

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DIDÁCTICO INTERACTIVO DEL
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN
AIRBUS A-320**

POR:

PONCE MARTÍNEZ LEONARDO RENÉ

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para la obtención del
título de:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2005

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **PONCE MARTÍNEZ LEONARDO RENÉ**, como requerimiento parcial a la obtención del Título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

ING. GUILLERMO TRUJILLO
DIRECTOR DE PROYECTO

14 DE JULIO DE 2005

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico principalmente al ser supremo, que ha tenido la bondad de brindarme una vida saludable, llena de sabiduría en mis actos y siempre me ha cuidado, DIOS.

A mis padres, razón de mi ser, que siempre me guían por el camino del bien y luchan junto a mi, por la dicha y el progreso.

A mis hermanos y sobrinos, que me apoyan con sus consejos y presencia, que me brindan alegría y me dan tranquilidad para el alma.

A todos aquellos seres, que luchan por cumplir un sueño, y que pese a condición social, raza o incapacidad, llevan en su corazón la esperanza de surgir.

Leonardo

AGRADECIMIENTO

De corazón, agradezco a todas las personas que de una u otra forma pusieron un grano de arena, tanto moral como científicamente para poder culminar con éxito éste Proyecto de Grado.

A mi hermano, Hugo Marcelo por haberme apoyado siempre y en todo momento, eje fundamental para el logro de esta meta.

A Karina Jácome, por apoyarme en buenas y en malas, por estar conmigo cuando más necesito y darme ese aliento para seguir adelante, gracias por poder contar contigo.

A mis amigos, espero que este proyecto sirva como incentivo de superación.

Que DIOS les pague.....

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|-------------------------------------|-----|
| ➤ PORTADA..... | i |
| ➤ CERTIFICACIÓN..... | ii |
| ➤ DEDICATORIA..... | iii |
| ➤ AGRADECIMIENTO..... | iv |
| ➤ ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS..... | v |
| ➤ INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| ➤ PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| ➤ JUSTIFICACIÓN..... | 2 |
| ➤ OBJETIVOS..... | 4 |
| ➤ ALCANCE..... | 5 |

CAPÍTULO I

| MARCO TEÓRICO | | PÁGINAS |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1.1 | Descripción del sistema de combustible del Airbus-320 | 6 |
| 1.1.1 | Filosofía del sistema de combustible del Airbus-320 | 6 |
| 1.1.1.1 | Generalidades del sistema de combustible del avión Airbus–320 | 6 |
| 1.1.1.2 | Concepto de alimentación | 6 |
| 1.1.1.3 | Control de indicación de cantidad de combustible | 7 |
| 1.1.2 | Capacidades utilizables de los tanques | 7 |
| 1.1.2.1 | Tanques de ala | 8 |
| 1.1.2.2 | Tanque central | 8 |
| 1.1.2.3 | Tanque de descarga y ventilación (surge tank) | 9 |
| 1.1.3 | | |
| | Presentación de alimentación de combustible para los motores y APU | 10 |
| 1.1.3.1 | Bombas | 10 |
| 1.1.3.2 | Válvulas de secuencia | 10 |
| 1.1.3.3 | Válvula de alimentación cruzada | 11 |
| 1.1.3.4 | Válvulas de baja presión | 11 |

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1.3.5 | Switches de presión. | 11 |
| 1.1.3.6 | Bomba del APU | 11 |
| 1.1.3.7 | Válvulas de transferencia | 11 |
| 1.1.3.8 | Válvula de alivio de aire | 12 |
| 1.1.4 | Sistema de control de combustible | 12 |
| 1.1.5 | Presentación del monitor electrónico centralizado de combustible del avión (ECAM) | 13 |
| 1.1.5.1 | Combustible a bordo | 13 |
| 1.1.5.2 | Combustible usado | 14 |
| 1.1.5.3 | Cantidad de combustible | 14 |
| 1.1.5.4 | Temperatura de combustible | 14 |
| 1.1.5.5 | Válvulas de baja presión del motor | 15 |
| 1.1.5.6 | Bombas de los tanques | 15 |
| 1.1.5.7 | Válvulas de transferencia | 15 |
| 1.1.5.8 | Válvula de alimentación cruzada | 16 |
| 1.1.5.9 | Válvula de baja presión del APU | 16 |
| 1.1.6 | Operación del sistema de combustible | 16 |
| 1.1.6.1 | Modo automático | 17 |
| 1.1.6.2 | Modo manual | 17 |
| 1.1.7 | Alarmas del sistema de combustible | 18 |
| 1.1.7.1 | Baja presión de la bomba #1 del tanque izquierdo | 18 |
| 1.1.7.2 | Baja presión de la bomba #2 del tanque central | 18 |
| 1.1.7.3 | Baja presión de las bombas #1 y 2 del tanque derecho | 18 |
| 1.1.7.4 | Baja presión de las bombas #1 y 2 del tanque central | 18 |
| 1.1.7.5 | Falla de la válvula de alimentación cruzada | 19 |
| 1.1.7.6 | Válvula de baja presión de combustible del motor #1 abierta | 19 |
| 1.1.7.7 | Bajo nivel en el tanque del ala izquierda | 19 |
| 1.1.7.8 | Válvula de transferencia derecha cerrada | 19 |
| 1.1.7.9 | Alta temperatura en la celda externa del tanque izquierdo | 19 |
| 1.1.7.10 | Baja temperatura en la celda interna del tanque derecho | 20 |
| 1.1.7.11 | Falla de alimentación automática | 20 |
| 1.1.7.12 | Falla de la válvula de baja presión del APU | 20 |
| 1.2 | Almacenamiento, descarga y recirculación | 21 |

| | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------|----|
| 1.2.1 | Descripción/operación del sistema de descarga | 21 |
| 1.2.1.1 | Tanque de ventilación y descarga de combustible | 21 |
| 1.2.1.2 | Sistema de descarga del tanque de ala | 22 |
| 1.2.1.3 | Sistema de descarga del tanque central | 22 |
| 1.2.1.4 | Protector de sobre presión | 23 |
| 1.2.1.5 | Válvula de descarga de flotador tipo boya | 24 |
| 1.2.2 | Presentación del sistema de enfriamiento de aceite del (IDG) | 24 |
| 1.2.2.1 | Principio | 25 |
| 1.2.2.2 | Retorno de combustible | 25 |
| 1.2.2.3 | Sistema lógico de las bombas | 25 |
| 1.2.2.4 | Control de la válvula de desviación y retorno de combustible | 26 |
| 1.2.2.4.1 | Bajo nivel | 26 |
| 1.2.2.4.2 | Alta temperatura en la celda interna | 26 |
| 1.2.2.4.3 | Alta temperatura en la celda externa | 26 |
| 1.2.2.4.4 | Pérdida de presión en las bombas | 27 |
| 1.2.2.4.5 | Sobre flujo | 27 |
| 1.2.3 | Operación de la válvula de drenaje de agua | 27 |
| 1.2.3.1 | Generalidades | 27 |
| 1.2.3.3 | Trabajo (puesta en marcha) | 28 |
| 1.2.3.2 | Procedimiento de drenaje | 28 |
| 1.2.3.4 | Cerrado de la válvula de drenado | 29 |
| 1.2.4 | Tanque y componentes del sistema de descarga | 29 |
| 1.2.4.1 | Precauciones de seguridad | 29 |
| 1.2.4.2 | Válvula de drenado de agua | 30 |
| 1.2.4.3 | Válvula de revestido | 30 |
| 1.2.4.4 | Condensador adaptador de gravedad | 31 |
| 1.2.4.5 | Protector de sobre presión | 31 |
| 1.2.4.6 | Protector de descarga de combustible | 32 |
| 1.2.4.7 | Válvula de descarga de boya | 32 |
| 1.2.4.8 | Válvula check (unidireccional) | 33 |
| 1.2.4.9 | Válvula de alivio de presión | 33 |
| 1.2.4.10 | Válvula de succión de descarga | 34 |
| 1.2.4.11 | Sello de vapor | 34 |

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1.2.4.12 | Mástil de drenaje | 35 |
| 1.2.4.13 | Monitor de fuga | 35 |
| 1.3 | Distribución de combustible | 36 |
| 1.3.1 | Descripción / operación del sistema de alimentación a los motores | 36 |
| 1.3.1.1 | Generalidades | 36 |
| 1.3.1.2 | Bombas principales | 37 |
| 1.3.1.3 | Contenedores de las válvulas check | 37 |
| 1.3.1.4 | Switches de presión | 38 |
| 1.3.1.5 | Válvula de succión by-pass | 38 |
| 1.3.1.6 | Válvula de liberación de aire | 38 |
| 1.3.1.7 | Válvulas de baja presión. | 38 |
| 1.3.1.8 | Bombas de presión diferencial (jet) | 38 |
| 1.3.1.9 | Válvula de alimentación cruzada | 39 |
| 1.3.1.10 | Válvula de secuencia | 39 |
| 1.3.1.11 | Válvulas de transferencia de la celda interna | 39 |
| 1.3.1.12 | Abastecimiento lógico de combustible | 39 |
| 1.3.2 | Descripción / operación del sistema de alimentación del APU | 40 |
| 1.3.2.1 | Generalidades | 40 |
| 1.3.2.2 | Bomba del APU | 40 |
| 1.3.2.3 | Contenedor de la bomba | 41 |
| 1.3.2.4 | Switch de presión | 41 |
| 1.3.2.5 | Válvula de baja presión del APU | 41 |
| 1.3.2.6 | Operación de la válvula de alimentación cruzada | 42 |
| 1.3.2.7 | Accionador del botón del sistema de descarga del APU | 42 |
| 1.3.2.8 | Switch master del APU | 43 |
| 1.3.3 | Componentes del sistema de la bomba principal de combustible | 43 |
| 1.3.3.1 | Switch de presión | 43 |
| 1.3.3.2 | Válvula de descarga de aire | 43 |
| 1.3.3.2.1 | Funcionamiento de la válvula | 44 |
| 1.3.3.3 | Válvula de secuencia | 44 |
| 1.3.3.4 | Bomba de combustible del tanque central | 44 |
| 1.3.3.5 | Remoción de la bomba del tanque central | 45 |
| 1.3.3.6 | Bomba de combustible del tanque de ala | 45 |

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------|----|
| 1.3.3.7 | Remoción de la bomba del tanque de ala | 46 |
| 1.3.3.8 | Bomba jet (succión) | 46 |
| 1.3.3.9 | Válvula de transferencia | 47 |
| 1.3.3.10 | Conductor de la válvula de transferencia | 47 |
| 1.3.3.11 | Actuador de la válvula de transferencia | 47 |
| 1.3.4 | Componentes del motor y APU | 48 |
| 1.3.4.1 | Presión / recirculación de la válvula accionaria (holding) | 48 |
| 1.3.4.2 | Válvula check (unidireccional) | 48 |
| 1.3.4.3 | Válvula de alimentación cruzada | 48 |
| 1.3.4.4 | Actuador de la válvula de alimentación cruzada | 49 |
| 1.3.4.5 | Válvula de baja presión de combustible del motor | 49 |
| 1.3.4.6 | Actuador de la válvula de baja presión de combustible del motor | 50 |
| 1.3.4.7 | Switch de presión del APU | 50 |
| 1.3.4.8 | Bomba de combustible del APU | 51 |
| 1.3.4.9 | Cobertor de la bomba de combustible del APU | 51 |
| 1.3.4.10 | Válvula de baja presión de combustible del APU | 52 |
| 1.3.4.11 | Actuador de la válvula de baja presión del APU | 52 |
| 1.4 | Carga y descarga de combustible | 53 |
| 1.4.1 | Presentación del sistema de carga y descarga de combustible | 53 |
| 1.4.1.1 | Acople de carga y descarga de combustible | 53 |
| 1.4.1.2 | Válvula de aire de entrada y drenaje | 54 |
| 1.4.1.3 | Censores de alto nivel de combustible. | 54 |
| 1.4.1.4 | Válvulas de llenado | 54 |
| 1.4.1.5 | Válvula de transferencia de descarga | 55 |
| 1.4.1.6 | Difusores. | 55 |
| 1.4.1.7 | Válvula de alivio de presión | 55 |
| 1.4.2 | Panel de control de carga y descarga de combustible | 56 |
| 1.4.2.1 | Indicador múltiple de los tanques | 56 |
| 1.4.2.2 | Luces de alto nivel de combustible | 56 |
| 1.4.2.3 | Selectores de la válvula de carga de combustible | 57 |
| 1.4.2.4 | Selector de modo | 57 |
| 1.4.2.5 | Luz de abierto | 58 |
| 1.4.2.6 | Switch de prueba | 58 |

| | | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.4.2.7 | Pre selectado | 58 |
| 1.4.2.8 | Actual | 58 |
| 1.4.2.9 | Switch rocker (incremento/decremento) | 59 |
| 1.4.2.10 | Luz de conclusión | 59 |
| 1.4.3 | Presentación del pre-selector en la cabina del piloto | 59 |
| 1.4.3.1 | Generalidades | 59 |
| 1.4.3.2 | Pre-selector de cantidad de combustible optativo en el compartimento de vuelo | 59 |
| 1.4.4 | Operación automática de carga de combustible | 60 |
| 1.4.4.1 | Preparación | 60 |
| 1.4.4.2 | En el panel 800 VU | 61 |
| 1.4.4.3 | Carga automática de combustible. | 62 |
| 1.4.4.4 | Cierre de la operación | 63 |
| 1.4.5 | Operación manual de carga de combustible | 63 |
| 1.4.6 | Operación de descarga de combustible. | 63 |
| 1.4.7 | Operación de transferencia de combustible. | 64 |
| 1.4.8 | Componentes del sistema de carga/descarga de combustible | 64 |
| 1.4.8.1 | Precauciones de seguridad | 64 |
| 1.4.8.2 | Acople de carga | 65 |
| 1.4.8.3 | Difusor | 65 |
| 1.4.8.4 | Válvula de drenaje de combustible | 66 |
| 1.4.8.5 | Válvula de alivio de presión del tanque central | 66 |
| 1.4.8.6 | Válvula check de la cañería de derramamiento | 67 |
| 1.4.8.7 | Válvula de carga de combustible | 67 |
| 1.4.8.8 | Contenedor de la válvula de carga de combustible | 67 |
| 1.4.8.9 | Válvula de transferencia de carga de combustible | 68 |
| 1.4.8.10 | Actuador de la válvula de carga/transferencia | 68 |
| 1.4.8.11 | Válvula de entrada de aire | 68 |
| 1.5 | Indicadores de combustible | 69 |
| 1.5.1 | Indicadores de cantidad | 69 |
| 1.5.1.1 | Generalidades | 69 |
| 1.5.1.2 | Computador FQI (fuel quantity indicator) | 70 |
| 1.5.1.4 | Sondas | 70 |

| | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------|----|
| 1.5.1.3 | Índice compensador de capacitancia | 70 |
| 1.5.1.5 | Cadencia | 71 |
| 1.5.1.6 | FLSCU (fuel level sensing control unit) | 71 |
| 1.5.1.7 | Panel de control de carga de combustible | 71 |
| 1.5.1.8 | MTI (multi – tank indicator). | 72 |
| 1.5.1.9 | Pre selector | 72 |
| 1.5.1.10 | Palanca de control del tren de aterrizaje | 72 |
| 1.5.1.11 | Unidad de referencia datos/inercia aérea (adiru) | 73 |
| 1.5.1.12 | Pantalla del sistema centralizado de falla (CFDS) | 73 |
| 1.5.1.13 | Dirección de vuelo y computadoras guía (FMGC) | 73 |
| 1.5.1.14 | Monitor electrónico centralizado del avión (ECAM) | 74 |
| 1.5.2 | Manual de dimensiones | 74 |
| 1.5.2.1 | Localización del indicador magnético de nivel de combustible | 74 |
| 1.5.2.2 | Operación del indicador magnético de nivel de combustible | 75 |
| 1.5.2.3 | Monitor de posición | 75 |
| 1.5.2.4 | Tablas de cantidad de combustible | 76 |
| 1.5.3 | Componentes del sistema de indicación de cantidad de combustible | 77 |
| 1.5.3.1 | Sondas de cantidad de combustible | 77 |
| 1.5.3.2 | Censor de cadencia de combustible | 77 |
| 1.5.3.3 | Pre selector de la cantidad de combustible | 78 |
| 1.5.3.4 | Indicador multi-tanques | 78 |
| 1.5.3.5 | Computadora de indicación de cantidad de combustible (FQIC) | 79 |
| 1.5.3.6 | Módulo de memoria | 79 |
| 1.5.3.7 | Indicador magnético manual (MMI) | 80 |
| 1.5.3.7.1 | Operación | 80 |
| 1.5.3.7.2 | Precaución | 80 |
| 1.5.4 | Componentes de los sensores de nivel de combustible | 81 |
| 1.5.4.1 | Descripción | 81 |
| 1.5.4.2 | Operación | 81 |
| 1.5.4.3 | Censor de alto nivel | 81 |
| 1.5.4.4 | Censor de bajo nivel de combustible | 81 |
| 1.5.4.5 | Censor de nivel lleno | 82 |
| 1.5.4.6 | Censor de nivel medio | 82 |

| | | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.5.4.7 | Censor de sobre flujo | 82 |
| 1.5.4.8 | Censor de temperatura del tanque de ala | 82 |
| 1.5.4.9 | Unidad de control de los sensores de nivel de combustible. | 83 |
| 1.5.4.10 | Corte del generador de conducción integrada (IDG) | 83 |
| 1.6 | Prácticas de mantenimiento | 84 |
| 1.6.1 | Páginas específicas | 84 |
| 1.6.1.1 | Presentación de la página específica CFDS (centralized fault display sistem). | 84 |
| 1.7 | Pruebas operacionales | 88 |
| 1.7.1 | Reporte de estado (bite) del FQIC | 88 |
| 1.8 | Diseño | 89 |
| 1.8.1 | Autocad 2002 | 90 |
| 1.8.2 | Flash mx | 91 |
| 1.9 | Animación | 91 |
| 1.9.1 | Flash mx | 91 |
| 1.9.2 | Visual basic | 92 |
| 1.9.3 | Adobe illustrator | 93 |

CAPÍTULO II

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------|-----|
| 2.1 | Definición de alternativas | 95 |
| 2.1.1 | Alternativas de diseño gráfico | 95 |
| 2.1.2 | Alternativas de secuencia de animación | 95 |
| 2.2 | Estudio técnico | 95 |
| 2.2.1 | Gráficos vectoriales | 96 |
| 2.2.2 | Ventajas y limitaciones de los gráficos vectoriales | 96 |
| 2.2.3 | Mapa de bits | 98 |
| 2.3 | Análisis de factibilidad | 99 |
| 2.3.1 | Alternativas de diseño gráfico | 99 |
| 2.3.2 | Alternativas de secuencias de animación | 100 |

| | | |
|---------|----------------------------------------------------|-----|
| 2.4 | Evaluación de parámetros | 101 |
| 2.4.1 | Evaluación de parámetros de diseño gráfico | 102 |
| 2.4.1.1 | Factibilidad de operación | 102 |
| 2.4.1.2 | Precisión y ubicación | 102 |
| 2.4.1.3 | Calidad en presentación | 102 |
| 2.4.2 | Evaluación de parámetros de secuencia de animación | 103 |
| 2.4.2.1 | Factibilidad de operación | 103 |
| 2.4.2.2 | Compatibilidad con programas de animación | 103 |
| 2.4.2.3 | Calidad en presentación | 103 |
| 2.5 | Selección de la mejor alternativa | 104 |

CAPÍTULO III

ELABORACIÓN DEL SISTEMA INTERACTIVO

| | | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1 | Información general | 105 |
| 3.2 | Elaboración de gráficos en AutoCAD de los diagramas que conforman el sistema de combustible del avión Airbus a-320 | 105 |
| 3.2.1 | Barra estándar de herramientas | 105 |
| 3.2.2 | Barra de herramientas modificar | 106 |
| 3.2.2.1 | Borra | 106 |
| 3.2.2.2 | Copiar | 106 |
| 3.2.2.3 | Offset | 106 |
| 3.2.2.4 | Rotar | 106 |
| 3.2.2.5 | Mover | 107 |
| 3.2.2.6 | Cortar | 107 |
| 3.2.2.7 | Extender | 107 |
| 3.2.2.8 | Explode | 107 |
| 3.2.3 | Barra de herramientas dibujo | 107 |
| 3.2.3.1 | Línea | 107 |
| 3.2.3.2 | Poli línea | 108 |
| 3.2.3.3 | Polígono | 108 |

| | | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.3.4 | Arco | 108 |
| 3.2.3.5 | Círculo | 108 |
| 3.2.4 | Ventana de comandos | 108 |
| 3.3 | Secuencia de diseño | 109 |
| 3.3.1 | Diseño del sistema de abastecimiento de combustible a los motores | 109 |
| 3.3.1.1 | Diseño del ala | 109 |
| 3.3.1.2 | Diseño del tanque central | 113 |
| 3.3.2 | Diseño del sistema de abastecimiento de combustible al APU | 115 |
| 3.3.2.1 | Diseño del cuerpo del APU | 116 |
| 3.3.2.2 | Diseño del tanque central | 117 |
| 3.4 | Diseño del sistema de carga de combustible | 118 |
| 3.5 | Presentación final | 120 |
| 3.6 | Animación del sistema didáctico | 122 |
| 3.6.1 | Información general | 122 |
| 3.6.2 | Animación de gráficos en flash mx de los diagramas que conforman el sistema de combustible del avión Airbus a-320 | 122 |
| 3.6.3 | Ventana de tiempo | 123 |
| 3.6.3.1 | Capas | 123 |
| 3.6.3.2 | Fotogramas | 124 |
| 3.6.4 | Ventana de componentes | 124 |
| 3.6.5 | Venta de mezcla de componentes | 125 |
| 3.6.6 | Venta de acciones | 125 |
| 3.7 | Secuencia de animación | 126 |
| 3.8 | Presentación final | 129 |
| 3.9 | Menú principal | 129 |
| 3.10 | Prueba de funcionamiento | 131 |

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE MANUALES

| | | |
|-----|---------------------|-----|
| 4.1 | Manual de operación | 133 |
|-----|---------------------|-----|

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

| | | |
|---------|-------------------------------------------|-----|
| 5.1 | Presupuesto | 135 |
| 5.1.2 | Análisis económico | 135 |
| 5.1.2.1 | Materiales | 135 |
| 5.2 | Aprendizaje de los programas a utilizarse | 136 |
| 5.1.2.3 | Gastos imprevistos | 136 |
| 5.1.2.2 | Análisis comparativo | 137 |

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|-----|-----------------|-----|
| 6.2 | Conclusiones | 138 |
| 6.1 | Recomendaciones | 139 |
| | BIBLIOGRAFÍA | |

LISTADO DE FIGURAS.

CAPÍTULO I

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------|----|
| Fig. 1.1 | Concepto de alimentación de combustible | 6 |
| Fig. 1.2 | Control de indicación de cantidad de combustible | 7 |
| Fig. 1.3 | Tanques de ala | 8 |
| Fig. 1.4 | Tanque central | 8 |
| Fig. 1.5 | Tanque de descarga y ventilación | 9 |
| Fig. 1.6 | Presentación de alimentación de combustible a los motores y APU | 10 |
| Fig. 1.7 | Panel de control de combustible | 12 |
| Fig. 1.8 | Pantalla ECAM | 13 |

| | | |
|-----------|---------------------------------------------------------|----|
| Fig. 1.9 | Controles de operación del sistema de combustible | 16 |
| Fig. 1.10 | Sistema de descarga del vent surge tank | 21 |
| Fig. 1.11 | Sistema de descarga del tanque de ala | 22 |
| Fig. 1.12 | Sistema de descarga del tanque central | 22 |
| Fig. 1.13 | Ubicación del protector de sobre presión en el tanque | 23 |
| Fig. 1.14 | Ubicación de la válvula de flotador tipo boya | 24 |
| Fig. 1.15 | Presentación del sistema de enfriamiento de combustible | 24 |
| Fig. 1.16 | Válvula de drenaje de agua | 30 |
| Fig. 1.17 | Válvula de revestido | 30 |
| Fig.1.18 | Condensador adaptador de gravedad | 31 |
| Fig. 1.19 | Protectores de sobre presión de los tanques | 31 |
| Fig. 1.20 | Ubicación del protector de descarga de combustible | 32 |
| Fig. 1.21 | Válvula de boya | 32 |
| Fig. 1.22 | Válvula check | 33 |
| Fig. 1.23 | Válvula de alivio de presión | 33 |
| Fig. 1.24 | Válvula de succión | 34 |
| Fig. 1.25 | Sello de vapor | 34 |
| Fig. 1.26 | Mástil de drenaje | 35 |
| Fig. 1.27 | Monitor de fuga | 35 |
| Fig. 1.28 | Presentación del sistema de alimentación a los motores | 36 |
| Fig. 1.29 | Sistema de alimentación del APU | 40 |
| Fig. 1.30 | Ubicación de la bomba | 40 |
| Fig. 1.31 | Ubicación del switch | 41 |
| Fig. 1.32 | Ubicación de la válvula | 41 |
| Fig. 1.33 | Accionador push button | 42 |
| Fig. 1.34 | Switch master del APU | 43 |
| Fig. 1.35 | Switch de presión | 43 |
| Fig. 1.36 | Válvula de descarga de aire | 43 |
| Fig. 1.37 | Funcionamiento de la válvula de descarga de aire | 44 |
| Fig. 1.38 | Válvula de secuencia | 44 |
| Fig. 1.39 | Bomba de combustible del tanque central | 44 |
| Fig. 1.40 | Posterior de la bomba del tanque central | 45 |
| Fig. 1.41 | Bomba del tanque de ala | 45 |

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------|----|
| Fig. 1.42 | Posterior de la bomba del tanque de ala | 46 |
| Fig. 1.43 | Bomba jet (succión) | 46 |
| Fig. 1.44 | Válvula de transferencia | 47 |
| Fig. 1.45 | Conductor de la válvula de transferencia | 47 |
| Fig. 1.46 | Control de la válvula | 47 |
| Fig. 1.47 | Presión/recirculación de la válvula holding (presión) | 48 |
| Fig. 1.48 | Válvula check | 48 |
| Fig. 1.49 | Válvula de alimentación cruzada | 48 |
| Fig. 1.50 | Controles de la válvula de alimentación cruzada | 49 |
| Fig. 1.51 | Válvula de baja presión de combustible del motor | 49 |
| Fig. 1.52 | Actuador de la válvula de baja presión del motor | 50 |
| Fig. 1.53 | Switch de presión del APU | 50 |
| Fig. 1.54 | Bomba de combustible del APU | 51 |
| Fig. 1.55 | Cobertor de la bomba del APU | 51 |
| Fig. 1.56 | Válvula de baja presión del APU | 52 |
| Fig. 1.57 | Actuador de la válvula de baja presión del APU | 52 |
| Fig. 1.58 | Presentación del sistema de carga y descarga de combustible | 53 |
| Fig. 1.59 | Ubicación del acople de carga y descarga | 53 |
| Fig. 1.60 | Ubicación de la válvula de entrada de aire y drenaje | 54 |
| Fig. 1.61 | Ubicación de los sensores de alto nivel de combustible | 54 |
| Fig. 1.62 | Ubicación de las válvulas de llenado | 54 |
| Fig. 1.63 | Ubicación de la válvula de transferencia | 55 |
| Fig. 1.64 | Ubicación de los difusores | 55 |
| Fig. 1.65 | Ubicación de la válvula de alivio de presión | 55 |
| Fig. 1.66 | Presentación del panel de carga y descarga de combustible | 56 |
| Fig. 1.67 | Indicador múltiple de los tanques | 56 |
| Fig. 1.68 | Luces de alto nivel de combustible | 56 |
| Fig. 1.69 | Selectores de la válvula de carga de combustible | 57 |
| Fig. 1.70 | Selector de modo | 57 |
| Fig. 1.71 | Luz de abierto | 58 |
| Fig. 1.72 | Switch de prueba | 58 |
| Fig. 1.73 | Pre-selectado | 58 |
| Fig. 1.74 | Actual | 58 |

| | | |
|------------|-------------------------------------------------------------------|----|
| Fig. 1.75 | Switch rocker (incremento / decremento) | 59 |
| Fig. 1.76 | Luz de conclusión | 59 |
| Fig. 1.77 | Presentación del pre-selector optativo de cantidad de combustible | 59 |
| Fig. 1.78 | Punto de operación manual de carga de combustible | 63 |
| Fig. 1.79 | Presentación de los paneles de carga y descarga de combustible | 64 |
| Fig. 1.80 | Acople de carga y descarga de combustible | 65 |
| Fig. 1.81 | Difusor | 65 |
| Fig. 1.82 | Válvula de drenaje de combustible | 66 |
| Fig. 1.83 | Válvula de alivio de presión del tanque central | 66 |
| Fig. 1.84 | Válvula check | 67 |
| Fig. 1.85 | Válvula de carga de combustible | 67 |
| Fig. 1.86 | Contenedor de la válvula de carga de combustible | 67 |
| Fig. 1.87 | Válvula de transferencia | 68 |
| Fig. 1.88 | Actuador de la válvula de carga/transferencia | 68 |
| Fig. 1.89 | Válvula de entrada de aire | 68 |
| Fig. 1.90 | Diagrama de los indicadores de cantidad de combustible | 69 |
| Fig. 1.91 | Representación del FQI | 70 |
| Fig. 1.92 | Representación de las sondas | 70 |
| Fig. 1.93 | Representación del índice compensador de capacitancia | 70 |
| Fig. 1.94 | Representación del icono de cadencia de combustible | 71 |
| Fig. 1.95 | Representación del FLSCU | 71 |
| Fig. 1.96 | Representación del panel de control de carga de combustible | 71 |
| Fig. 1.97 | Representación del MTI | 72 |
| Fig. 1.98 | Representación del pre-selector | 72 |
| Fig. 1.99 | Representación de la palanca de control del tren de aterrizaje | 72 |
| Fig. 1.100 | Representación del adiru1 | 73 |
| Fig. 1.101 | Representación | 73 |
| Fig. 1.102 | Representación del FMGC | 73 |
| Fig. 1.103 | Representación del ECAM | 74 |
| Fig. 1.104 | Localización del indicador magnético de nivel de combustible | 74 |
| Fig. 1.105 | Indicador magnético de nivel de combustible | 75 |

| | | |
|------------|------------------------------------------------|----|
| Fig. 1.106 | Monitor de posición | 75 |
| Fig. 1.107 | Tabla de cantidad de combustible | 76 |
| Fig. 1.108 | Sondas de cantidad de combustible | 76 |
| Fig. 1.109 | Censor de cadencia de combustible | 77 |
| Fig. 1.110 | Preselector de la cantidad de combustible | 78 |
| Fig. 1.111 | Indicador multi-tanques | 78 |
| Fig. 1.112 | FQIC | 79 |
| Fig. 1.113 | Modulo de memoria | 79 |
| Fig. 1.114 | Indicador magnético manual | 80 |
| Fig. 1.115 | Censor de alto nivel | 81 |
| Fig. 1.116 | Censor de bajo nivel de combustible | 81 |
| Fig. 1.117 | Censor de nivel lleno | 82 |
| Fig. 1.118 | FLSCU | 83 |
| Fig. 1.119 | Censor de corte del IDG | 83 |
| Fig. 1.120 | Presentación de la página específica CFDS | 84 |
| Fig. 1.121 | Presentación de la página siguiente 1 | 84 |
| Fig. 1.122 | Presentación de la página siguiente 2 | 85 |
| Fig. 1.123 | Presentación de la página siguiente3 | 85 |
| Fig. 1.124 | Presentación de la página siguiente4 | 86 |
| Fig. 1.125 | Presentación de la página siguiente5 | 86 |
| Fig. 1.132 | Presentación de la página siguiente6 | 87 |
| Fig. 1.127 | Presentación de equipos de apoyo para el avión | 88 |
| Fig. 1.128 | Diseño y fabricación asistidos por ordenador | 89 |
| Fig. 1.129 | Pantalla principal AutoCAD 2002 | 90 |
| Fig. 1.130 | Pantalla principal flash mx | 91 |
| Fig. 1.131 | Pantalla principal visual basic | 92 |
| Fig. 1.126 | Pantalla principal adobe illustrator | 93 |

CAPÍTULO II

| | | |
|----------|-------------------|----|
| Fig. 2.1 | Grafico vectorial | 96 |
| Fig. 2.3 | Mapa de bits | 98 |

CAPÍTULO III

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fig. 3.1 | Barra de herramientas 1 | 106 |
| Fig. 3.2 | Barra de herramientas 2 | 106 |
| Fig. 3.3 | Barra de herramientas modificar | 107 |
| Fig. 3.4 | Barra de herramientas dibujo | 108 |
| Fig. 3.5 | Ventana de comandos | 108 |
| Fig. 3.6 | Secuencia de diseño del ala 1 | 109 |
| Fig. 3.7 | Secuencia de diseño del ala 2 | 110 |
| Fig. 3.8 | Secuencia de diseño del ala 3 | 110 |
| Fig. 3.9 | Secuencia de diseño del ala 4 | 111 |
| Fig. 3.10 | Secuencia de diseño del ala 5 | 112 |
| Fig. 3.11 | Secuencia de diseño del ala 6 | 112 |
| Fig. 3.12 | Secuencia de diseño del ala 7 | 113 |
| Fig. 3.13 | Secuencia de diseño del tanque central 1 | 113 |
| Fig. 3.14 | Secuencia de diseño del tanque central 2 | 114 |
| Fig. 3.15 | Secuencia de diseño del tanque central 3 | 114 |
| Fig. 3.16 | Secuencia de diseño del tanque central 4 | 115 |
| Fig. 3.17 | Secuencia de diseño del tanque central 5 | 115 |
| Fig. 3.18 | Grafico base para la secuencia de diseño para la alimentación de la APU | 115 |
| Fig. 3.19 | Secuencia de diseño del cuerpo de la APU 1 | 116 |
| Fig. 3.20 | Secuencia de diseño del cuerpo de la APU 2 | 116 |
| Fig. 3.21 | Secuencia de diseño del cuerpo de la APU 3 | 117 |
| Fig. 3.22 | Secuencia de diseño del cuerpo de la APU 4 | 117 |
| Fig. 3.23 | Secuencia de diseño del tanque central 1 | 117 |
| Fig. 3.24 | Secuencia de diseño del tanque central 2 | 118 |
| Fig. 3.25 | Secuencia de diseño del tanque central 3 | 118 |
| Fig. 3.26 | Diseño del sistema de carga de combustible 1 | 118 |
| Fig. 3.27 | Diseño del sistema de carga de combustible 2 | 119 |
| Fig. 3.28 | Diseño del sistema de carga de combustible 3 | 119 |
| Fig. 3.29 | Presentación de los controles | 120 |
| Fig. 3.30 | Presentación de indicadores del sistema | 120 |

| | | |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fig. 3.31 | Presentación del sistema de alimentación de combustible a los motores | 121 |
| Fig. 3.32 | Presentación del sistema de alimentación del combustible a la APU | 121 |
| Fig. 3.33 | Presentación del sistema de carga de combustible | 122 |
| Fig. 3.34 | Barra de tiempo | 123 |
| Fig. 3.35 | Capas de animación | 124 |
| Fig. 3.36 | Fotogramas | 124 |
| Fig. 3.37 | Barra de componentes | 125 |
| Fig. 3.38 | Ventana de mezcla de colores | 125 |
| Fig. 3.39 | Ventana de acciones | 126 |
| Fig. 3.40 | Secuencia de animación 1 | 127 |
| Fig. 3.41 | Secuencia de animación 2 | 127 |
| Fig. 3.42 | Secuencia de animación 3 | 128 |
| Fig. 3.43 | Presentación del sistema de alimentación de combustible al motor por las bombas del tanque central | 129 |
| Fig. 3.44 | Presentación del sistema de alimentación de combustible al motor por las bombas del tanque de ala | 129 |
| Fig. 3.45 | Presentación del sistema de alimentación de combustible a la APU | 130 |
| Fig. 3.46 | Presentación del sistema de carga de combustible a los tanques del avión | 130 |
| Fig. 3.47 | Menú principal | 131 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|----------|------------------|-----|
| Fig. 4.1 | Acción uno y dos | 133 |
| Fig. 4.2 | Acción tres | 133 |
| Fig. 4.3 | Acción cuatro | 134 |
| Fig. 4.4 | Acción cinco | 134 |
| Fig. 4.5 | Acción seis | 134 |
| Fig. 4.6 | Acción siete | 134 |

LISTADO DE TABLAS.

CAPÍTULO I

| | | |
|-----------|-------------------------------------------|---|
| Tabla 1.1 | Combustible utilizable de las alas | 8 |
| Tabla 1.2 | Combustible utilizable del tanque central | 9 |

CAPÍTULO II

| | | |
|-----------|----------------------------------------------|-----|
| Tabla 2.1 | Matriz de evaluación del diseño gráfico | 102 |
| Tabla 2.4 | Matriz de decisión del diseño gráfico | 103 |
| Tabla 2.1 | Matriz de evaluación de animación | 104 |
| Tabla 2.3 | Matriz de decisión del programa de animación | 104 |

CAPÍTULO V

| | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 5.1 | Presupuesto del sistema didáctico interactivo” funcionamiento del Sistema de combustible del avión Airbus a-320” | 136 |
| Tabla 5.2 | Análisis gráfico de comparación de proyectos | 137 |

GLOSARIO DE TÉRMINOS DEL SISTEMA DIDÁCTICO INTERACTIVO

| | |
|--------------------|--------------------------------------------|
| APU | Unidad de Potencia Auxiliar |
| SWITCH | Interruptor |
| ECAM | Monitor Electrónico Centralizado del Avión |
| IDG | Generador de Conducción Integrada |
| CHECK | Unidireccional |
| PUSH BUTTON | Botón de Presión |
| FQI | Indicador de Cantidad de Combustible |
| FLSCU | Unidad de Control de Nivel de Combustible |
| CFDS | Sistema de Pantalla Centralizado de Fallas |
| MMI | Indicador Magnético Manual |
| SIST | Sistema |
| RH | Derecha |
| HP | Alta Presión |
| LP | Baja Presión |
| LH | Izquierda |
| PRES | Presión |

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de Grado, para la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica especialización Motores, trata sobre la elaboración de un Sistema Didáctico Interactivo del Sistema de Combustible del Avión Airbus A-320.

En el Capítulo I, se presenta una descripción puntualizada del sistema de combustible del Avión A-320, sus componentes, controles e indicadores del sistema que permitirán conocer las partes que conforman el sistema y su funcionamiento. Se realiza también una descripción de las alternativas de las técnicas y programas que pueden ser utilizados para el diseño y la animación del sistema didáctico interactivo.

En el capítulo II, se realiza la selección de las alternativas expuestas anteriormente, de acuerdo a parámetros de evaluación como: Facilidad de operación, compatibilidad con otros programas y, calidad en presentación.

En el capítulo III, se detalla paso a paso la construcción del sistema didáctico interactivo empezando por el Diseño del sistema utilizando el programa AutoCAD y la presentación final de los planos, se demuestra también como se realizo la animación en el programa Flash MX, y las pruebas de funcionamiento realizadas.

En el capítulo IV, se realiza un Manual de Operaciones del Sistema Didáctico Interactivo, que permitirá conocer cual es la forma de operar del mismo.

En el capítulo V, se realiza un estudio económico con un análisis sobre los recursos que se usaron para la elaboración del Sistema Didáctico Interactivo y una comparación con otros proyectos.

Finalmente, en el capítulo VI, se detallan las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Durante la formación académica en la carrera de Mecánica Aeronáutica, especialidad Motores y Estructuras ofertada por el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA); se puede encontrar en la malla curricular, en el tercer nivel, la materia de Sistemas de Combustible de Aviación, donde se estudia sistemas de combustible usados en diferentes aviones, los cuales están basados en el funcionamiento de diferentes equipos para el desempeño de la aeronave, como: bombas, válvulas, Switches, etc.

El ITSA al ser un ente de instrucción en la formación de profesionales en aeronáutica, no dispone de un Sistema Didáctico Interactivo del funcionamiento del sistema de combustible del Airbus A-320, el mismo que se encuentra en una etapa de introducción en el parque aeronáutico del país.

Por este motivo, dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje, existe dificultades en la comprensión del funcionamiento de estos sistemas; que evita adquirir un conocimiento de calidad y desempeñarse con efectividad en el campo laboral.

JUSTIFICACIÓN.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en la carrera de Mecánica Especialidad Motores, Estructuras y Sistemas, al no contar con un Sistema Didáctico Interactivo del funcionamiento del sistema de combustible del A-320, no facilita una formación, que permita asimilar mejor los conocimientos teóricos.

El presente proyecto busca solucionar el problema de enseñanza – aprendizaje, que existe dentro del Instituto, ya que con la elaboración de éste, se podrá observar directamente la operación del ciclo del sistema de combustible del A-320, lo que proporciona el desarrollo de conocimientos, permitiendo desempeñarse de mejor manera en la vida laboral.

Conjuntamente, alumnos e instructores del ITSA contarán con un sistema interactivo actualizado ayudando a mejorar la educación; contando con información de aviones de tercera generación como es el avión Airbus A-320.

Finalmente la realización de este trabajo, permitirá la aplicación de los conocimientos adquiridos, durante la formación académica y coadyuvara a la incursión en el campo laboral.

OBJETIVOS

GENERAL.

Desarrollar un Sistema Didáctico Interactivo del Funcionamiento del Sistema de Combustible del avión A-320, el cual facilitará y mejorará el proceso de enseñanza – aprendizaje de mencionado sistema para los alumnos de Mecánica Aeronáutica.

ESPECÍFICOS.

- Realizar la investigación del funcionamiento del Sistema de Combustible del avión Airbus A-320.
- Realizar la investigación de programas graficadores y de animación para seleccionar la mejor opción para la realización del material didáctico.
- Realizar la investigación de las características técnicas del AutoCAD (graficador) y el Flash MX (animación) para identificar su funcionamiento.
- Elaborar el diseño gráfico de los principales diagramas del funcionamiento del sistema de combustible para tener una base gráfica previa a la animación.
- Realizar la animación de los diagramas, lo cual ayudará a seguir una secuencia interactiva del funcionamiento del sistema de combustible.
- Realizar la prueba de aplicación al editar la película, funcionamiento y CD de aplicación para facilitar el uso de este material y permita una mejor asimilación del funcionamiento del sistema de combustible.

ALCANCE.

Este proyecto se realizará de manera teórico práctico, utilizando como material didáctico interactivo, en la formación académica de la carrera de Mecánica, especialidad; Motores, Estructuras y Sistemas.

Se iniciará con el análisis del funcionamiento y operación del sistema de combustible principal, del avión A-320, y las líneas de llegada a sus consumidores, posteriormente se realizará los planos y su animación computarizada.

La animación del sistema se realizará en diagramas generales, no se realizarán los planos ni las animaciones de los subsistemas.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AIRBUS-320.

1.1.1 FILOSOFÍA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AIRBUS-320.

El objetivo de este módulo es el de comprender y aprender las diferentes funciones del SISTEMA DE COMBUSTIBLE incluyendo los temas de la nueva tecnología.

1.1.1.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN AIRBUS-320.

El objetivo de crear un SISTEMA DE COMBUSTIBLE en el avión es el de utilizarlo para abastecer de combustible a los motores y APU para su correcto desempeño y funcionamiento.

El Sistema almacena combustible en 5 tanques que están ubicados en las alas y parte ventral del fuselaje respectivamente, también recircula para enfriar el aceite del IDG (generador de conducción integrada).

1.1.1.2 CONCEPTO DE ALIMENTACIÓN.

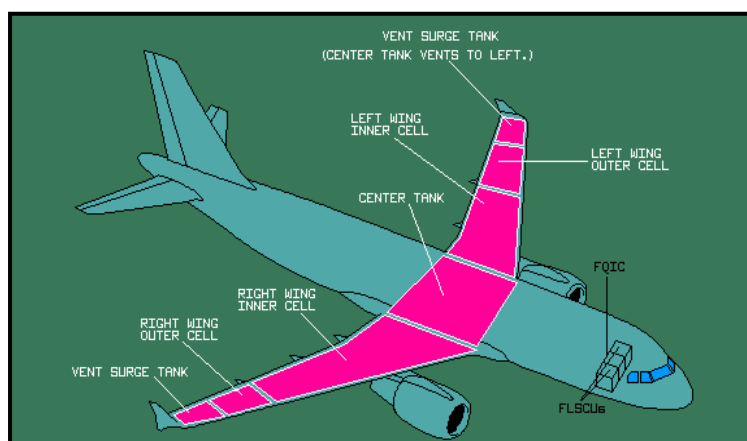


Fig. 1.1 Concepto de Alimentación de Combustible

El combustible que se almacena en el tanque central es enviado hacia los motores a través de dos bombas.

Cuando el combustible del tanque central ha sido utilizado, los motores son abastecidos por las bombas de los tanques de las alas, primero con el combustible de la celda interna y luego con el combustible de la celda externa el cual fluye a la celda interna.

1.1.1.3 CONTROL DE INDICACIÓN DE CANTIDAD DE COMBUSTIBLE.

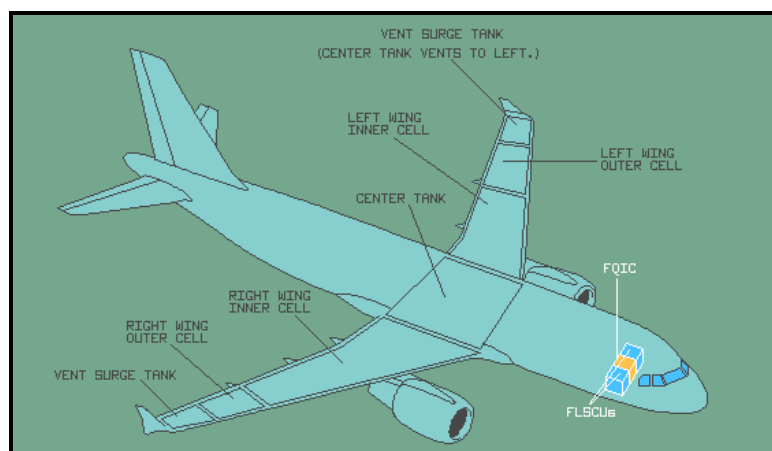


Fig. 1.2 Control de Indicación de Cantidad de Combustible.

Las diferentes funciones del sistema son: Nivel de combustible, sensores de temperatura, transferencia de combustible, recirculación de combustible, control de carga y descarga de combustible, indicaciones, alarmas y pruebas del sistema que son controlados por los siguientes sistemas.

El sistema de indicación de cantidad de combustible comprende:

- 1 Computador de indicación de cantidad de combustible (FQIC)
- 2 Unidades de control del sensor de nivel de combustible (FLSCUs).

1.1.2 CAPACIDADES UTILIZABLES DE LOS TANQUES.

El combustible usable cabe en tres tanques.

Aquí se estudia las capacidades utilizables de los tanques, el combustible se almacena en tres tanques:

- Tanque del ala izquierda.
- Tanque del ala derecha
- Tanque central.

1.1.2.1 TANQUES DE ALA.

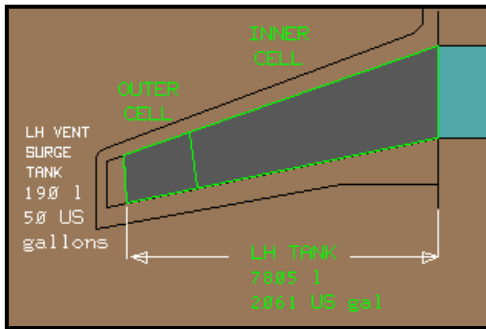


Fig. 1.3 Tanques de Ala

Cada tanque esta dividido por dos celdas: la celda interna y la celda externa.

Ala izquierda o derecha

Tabla 1.1 Combustible Utilizable de las Alas.

| Densidad= 6.7 Lbs/US gal. | Celda externa | Celda interna |
|------------------------------|---------------|---------------|
| KG | 691 | 5436 |
| LBS | 1523 | 11984 |

El total de combustible utilizable para el ala izquierda y derecha es:
12254 KG 27014 LBS

1.1.2.2 TANQUE CENTRAL.

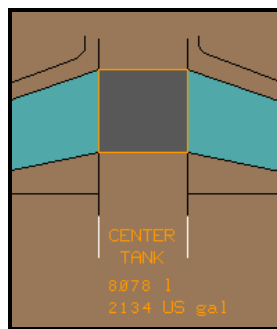


Fig. 1.4 Tanque Central.

Tabla 1.2 Combustible Utilizable del Tanque Central.

| | | |
|------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| Densidad = 6.7 Lbs/US gal | Central | Total de combustible a bordo (FOB) |
| KG | 6476 | 18729 KG |
| LBS | 14278 | 41291 LBS |

1.1.2.3 TANQUE DE DESCARGA Y VENTILACIÓN (SURGE TANK).

El tanque de descarga y ventilación esta ubicado en los extremos de los tanques de cada ala.

Normalmente el proceso de llenado de los tanques de ala inicia por la celda externa hacia la celda interna, cuando el combustible ha sobrepasado el nivel máximo del tanque, este pasa al tanque de descarga hasta 50 US. Gal.

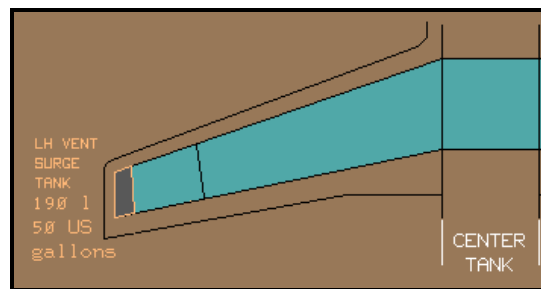


Fig. 1.5 Tanque de Descarga y Ventilación

Cada tanque de combustible, cuando esta normalmente lleno, tiene un 2 % adicional de espacio por expansión sin derramamiento dentro del tanque de descarga.

1.1.3 PRESENTACIÓN DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE PARA LOS MOTORES Y APU.-

En este módulo, la descripción de los principales componentes del sistema de combustible.

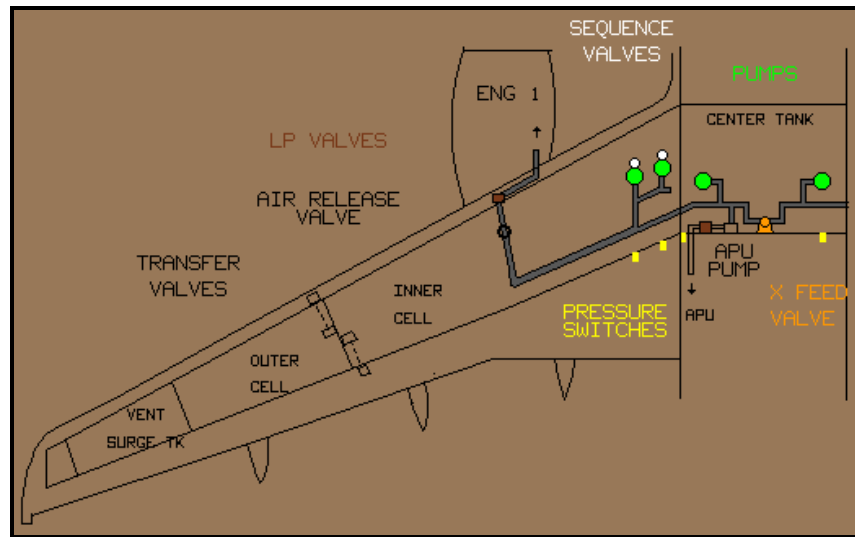


Fig. 1.6 Presentación de Alimentación de Combustible a los Motores y APU.

1.1.3.1 BOMBAS.

Cada tanque principal tiene dos bombas, estas son utilizadas para el abastecimiento de combustible a los motores y APU, enviando combustible a una presión requerida y a un rango de flujo.

Las bombas de los tanques de ala operan continuamente durante la operación normal.

1.1.3.2 VÁLVULAS DE SECUENCIA.

Las válvulas de secuencia de las bombas de las alas dan prioridad para que las bombas del tanque central puedan abastecer hasta que el combustible de este haya sido consumido.

1.1.3.3 VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN CRUZADA.

La válvula de alimentación cruzada esta normalmente cerrada, permite la conexión entre la línea de alimentación izquierda y derecha. Funciona en tierra o en aire.

1.1.3.4 VÁLVULAS DE BAJA PRESIÓN.

Las válvulas de baja presión son abiertas cuando el motor conexo ó APU esta funcionando; cierran cuando el APU esta apagado o cuando el botón de fuego del respectivo motor ha sido accionado.

1.1.3.5 SWITCHES DE PRESIÓN.

Los switches de presión en cada bomba monitorean la presión de la bomba para la alarma de baja presión. Esta alarma es tanto luminosa como auditiva.

1.1.3.6 BOMBA DEL APU.

Es una bomba específica que abastece de combustible al APU cuando las bombas principales no están funcionando, se encuentra ubicada en el tanque central y toma combustible de la línea de abastecimiento izquierda.

La bomba de combustible del APU es abastecida por la barra esencial de corriente alterna o la batería vía el inversor estático.

1.1.3.7 VÁLVULAS DE TRANSFERENCIA.

Permiten la transferencia de combustible desde la celda externa hacia la celda interna, ellas se abren cuando el bajo nivel alcanza a los sensores de la celda interna.

Dos sensores de nivel son instalados en cada celda interna. Cada sensor controla dos válvulas de transferencia, uno en cada ala, que abrirá cuando el sensor de la primera celda interna presente bajo nivel o se llegue a secar, independiente de qué lado. Una vez abierta, las válvulas de transferencia cierran automáticamente hasta el siguiente abastecimiento de combustible.

Están ubicadas en la parte más baja del tanque y funcionan por gravedad.

1.1.3.8 VÁLVULA DE ALIVIO DE AIRE.

Cada línea de abastecimiento de combustible incorpora una Válvula de Alivio de Combustible en el punto más alto que permite a la línea ser sangrada del aire que se genera por el movimiento del combustible en las bombas y vapor de combustible.

1.1.4 SISTEMA DE CONTROL DE COMBUSTIBLE.

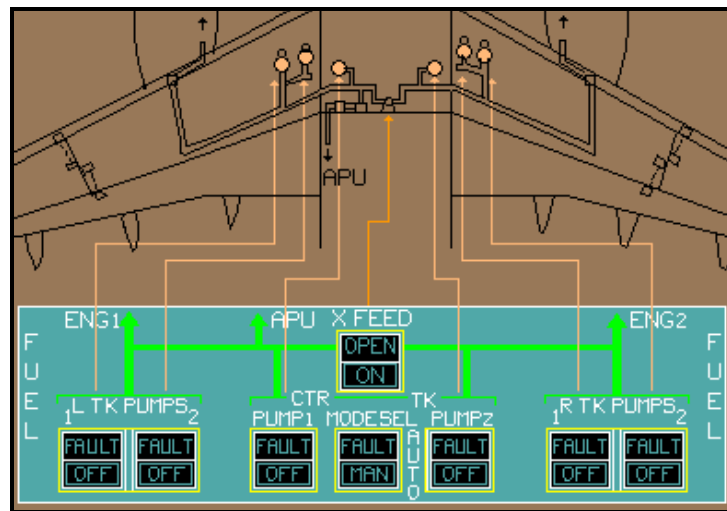


Fig. 1.7 Panel de Control de Combustible

Cuando el botón de la bomba de combustible de ala es presionado la bomba comienza a funcionar, el botón selector de modo automático para seleccionar el funcionamiento de las bombas del tanque central en modo automático o manual.

Cuando los botones de las bombas del tanque central están presionados, estas podrían ser controladas automáticamente a través del selector de modo.

En modo manual las bombas del tanque central son manualmente actuadas por su botón de control (On/Off).

El botón de Alimentación cruzada controla su respectiva válvula, este está normalmente liberado afuera y la válvula está cerrada, si el botón es presionado la válvula se abre y una luz blanca ON se prende y la luz OPEN verde se prende cuando la válvula esta totalmente abierta.

1.1.5 PRESENTACIÓN DEL MONITOR ELECTRÓNICO CENTRALIZADO DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN (ECAM).

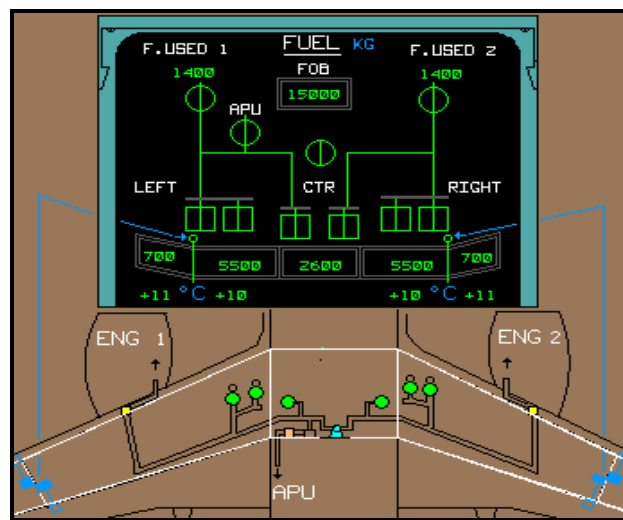


Fig. 1.8 Pantalla ECAM

Es una pantalla ubicada en la cabina la cual presenta el estado actual del sistema de combustible de la aeronave.

1.1.5.1 COMBUSTIBLE A BORDO.

Esta cantidad de combustible es presentada en la pagina (ECAM)

1. **15000** El combustible a bordo (FOB) corresponde al total de combustible en KG.
2. **15000** Indica que (FOB) no es completamente utilizable debido a fracaso.

1.1.5.2 COMBUSTIBLE USADO.

El indicador de cantidad de combustible usado normalmente es presentado de color verde relacionado al motor correspondiente.

Identificación del motor numero: 1

1 inactivo

Indicación del Combustible Usado: 1400 (restaure [reset] para encender el motor)

XX flujo de combustible no válido.

1.1.5.3 CANTIDAD DE COMBUSTIBLE.

La cantidad de combustible en cada celda es presentada en color verde.

5500: normal

~~5500~~: indicación incorrecta

700 : Cantidad no utilizable (para celda externa)

XX : Cantidad de combustible no válida.

1.1.5.4 TEMPERATURA DE COMBUSTIBLE.






La temperatura de combustible en cada celda es mostrada en color verde cuando es normal y ámbar cuando es anormal.

La indicación de la temperatura de combustible pulsa cuando está bajo -40°C o sobre $+45^{\circ}\text{C}$ (celda interna) ó $+55^{\circ}\text{C}$ (celda externa).

Si un alto o bajo límite es excedido la indicación es color ámbar.





1.1.5.5 VÁLVULAS DE BAJA PRESIÓN DEL MOTOR.

Las válvulas de baja presión de los motores están presentadas en color verde y en línea cuando están normalmente abiertas.

-  Normalmente Abierta
-  Cerrada
-  Anormalmente Abierta: ENGINE FIRE P/B accionado o ENGINE MASTER switch puesto en Off.
-  Tránsito
-  Inoperativo






1.1.5.6 BOMBAS DE LOS TANQUES.

El símbolo de las bombas depende de la posición del botón y de la presión que delibera.

-  Bomba en posición On y presión normal
-  Bomba del tanq central Auto-cortada
-  Bomba en posición Off
-  Bomba en posición On y baja presión.

1.1.5.7 VÁLVULAS DE TRANSFERENCIA.

La posición de esta válvula está mostrada en la pantalla de la página ECAM de combustible.

-  Una o ambas válvulas abiertas
-  Una válvula abierta y no existe bajo nivel.
-  Ambas válvulas cerradas y no existe bajo nivel
-  Ambas válvulas cerradas con bajo nivel.
-  Tránsito

1.1.5.8 VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN CRUZADA.

Nos indica X cuando esta cerrada y en línea. Cuando esta abierta.

- ⊖ Cerrada ⊖ Abierta ⊘ Transito
- ⊖ Cerrada con P/B On ⊖ Abierta con P/B Off

1.1.5.9 VÁLVULA DE BAJA PRESIÓN DEL APU.

La indicación de la válvula de baja presión del APU es presentada en la pantalla ECAM.

- ⊖ Normalmente Abierta ⊖ Normalmente Cerrada
- ⊖ Anormalmente abierta: APU FIRE pb accionado o APU MASTER sw Off.
- ⊖ Cerrada: APU FIRE push button inaccionado o APU MASTER sw On.

1.1.6 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

La operación mirando los diferentes cambios en el sistema durante el vuelo.

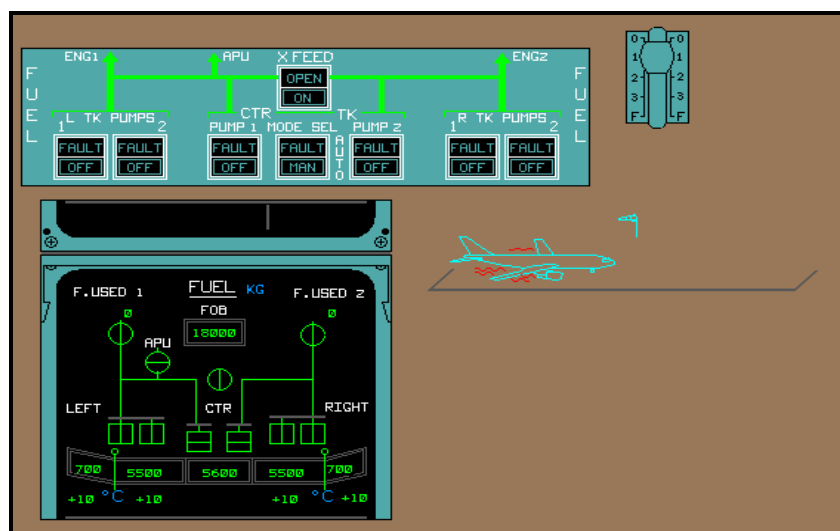


Fig. 1.9 Controles de Operación del Sistema de Combustible.

1.1.6.1 MODO AUTOMÁTICO.

Cuando en tierra, flaps extendidos en modo automático, las bombas de los tanques externos están presionadas y corriendo todo el tiempo porque las bombas del tanque central no corren debido a la extensión de los flaps.

Se encera la indicación de combustible usado y la indicación del motor relacionado se pone blanca.

Luego del arranque de los motores e independientemente de la ubicación de los flaps las bombas del tanque central corren por 2 minutos; cuando están corriendo estas tienen prioridad sobre las bombas de los tanques de las alas.

Luego de esta demora las bombas del tanque central paran porque los flaps aun están extendidos.

Una vez que el avión decola se recogen los flaps y las bombas del tanque central arrancan nuevamente.

Cuando el avión ha alcanzado la altura de crucero los motores son abastecidos solo por el tanque central y una vez que el combustible de este tanque se ha consumido las bombas paran 5 minutos después, entonces en ese momento los motores son abastecidos por el combustible de los tanques de las alas.

Luego que el combustible de la celda interna se ha consumido, el combustible de la celda externa pasa a través de la válvula de transferencia. Estas válvulas se cierran en la próxima carga de combustible al avión.

Cuando el avión ha aterrizado y el motor ha parado la identificación de combustible relacionada a cada motor cambia al color ámbar.

1.1.6.2 MODO MANUAL.

La luz de falla se ilumina en el modo selector, las indicaciones de LOW (bajo) en ámbar indica que el abastecimiento de combustible a disminuido y la

alarma de FUEL FEED (alimentación de combustible) aparecen en la pantalla ECAM.

1.1.7 ALARMAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

Se echará un vistazo de las alarmas del Sistema de de Combustible:

1.1.7.1 BAJA PRESIÓN DE LA BOMBA #1 DEL TANQUE IZQUIERDO.

La indicación de baja presión de la bomba #1 del tanque izquierdo aparece con señal (FAULT) de color ámbar en el panel de control de combustible y señal escrita y de posición en la pantalla ECAM.

1.1.7.2 BAJA PRESIÓN DE LA BOMBA #2 DEL TANQUE CENTRAL.

La indicación de baja presión de la bomba #2 del tanque central aparece con señal (FAULT) de color ámbar en el panel de control de combustible y señal escrita y de posición en la pantalla ECAM. Además se presenta otra alarma auditiva y visual (MASTER CAUT) color ámbar.

1.1.7.3 BAJA PRESIÓN DE LAS BOMBAS #1 Y 2 DEL TANQUE DERECHO.

La indicación de baja presión de las bombas #1 y 2 del tanque derecho aparece con doble señal (FAULT) de color ámbar en el panel de control de combustible y señal escrita y de doble posición en la pantalla ECAM. Además se presenta otra alarma auditiva y visual (MASTER CAUT) color ámbar.

1.1.7.4 BAJA PRESIÓN DE LAS BOMBAS #1 Y 2 DEL TANQUE CENTRAL.

La indicación de baja presión de las bombas #1 y 2 del tanque central aparece con doble señal (FAULT) de color ámbar en el panel de control de combustible y señal escrita y de doble posición en la pantalla ECAM. Además se presenta otra alarma auditiva y visual (MASTER CAUT) color ámbar.

El combustible a bordo (FOB) indicado en la pantalla ECAM, es encerrado en un rectángulo color ámbar debido a que el combustible del tanque central no es utilizable.

1.1.7.5 FALLA DE LA VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN CRUZADA.

Esta válvula se muestra en color ámbar en la pantalla ECAM cuando esta en desacuerdo con la posición OPEN del panel de control, lo que nos indica que la válvula esta inoperativa.

1.1.7.6 VÁLVULA DE BAJA PRESIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR #1 ABIERTA.

Se muestra en color ámbar con señal escrita de posición en la pantalla ECAM, cuando no está en la posición correcta. Además cuenta con alarma auditiva y visual (MASTER CAUT).

1.1.7.7 BAJO NIVEL EN EL TANQUE DEL ALA IZQUIERDA.

Da una señal escrita en la pantalla ECAM cuando existe bajo nivel de combustible en el tanque izquierdo.

1.1.7.8 VÁLVULA DE TRANSFERENCIA DERECHA CERRADA.

En caso de existir un mal funcionamiento en la transferencia de combustible existe alarma auditiva y visual escrita en la pantalla ECAM y; el combustible que no se transfirió se encierra en una caja de color ámbar indicándonos que ese combustible no se puede utilizar.

1.1.7.9 ALTA TEMPERATURA EN LA CELDA EXTERNA DEL TANQUE IZQUIERDO.

La alta temperatura del combustible en la celda externa del tanque izquierdo se muestra con alarma visual escrita y de posición en la pantalla ECAM. Además se presenta otra alarma auditiva y visual (MASTER CAUT) color ámbar.

1.1.7.10 BAJA TEMPERATURA EN LA CELDA INTERNA DEL TANQUE DERECHO.

La baja temperatura del combustible en la celda interna del tanque derecho se muestra con alarma visual escrita y de posición en la pantalla ECAM.

1.1.7.11 FALLA DE ALIMENTACIÓN AUTOMÁTICA.

Se tiene una indicación de color ámbar en el botón del preselector del panel de control y, se muestra con alarma visual escrita y de posición en la pantalla ECAM. Además se presenta otra alarma auditiva y visual (MASTER CAUT) color ámbar.

Esto sucede cuando hay más de 250 Kg en el tanque central y menos de 5000 Kg en los tanques izquierdo o derecho.

1.1.7.12 FALLA DE LA VÁLVULA DE BAJA PRESIÓN DEL APU.

El símbolo de baja presión en la válvula de baja presión del APU se enciende en color ámbar cuando no está en la posición correcta.

1.2 ALMACENAMIENTO, DESCARGA Y RECIRCULACIÓN

1.2.1 DESCRIPCIÓN/OPERACIÓN DEL SISTEMA DE DESCARGA.

Este sistema previene sobrecargas de combustible en los tanques de las alas.

1.2.1.1 TANQUE DE VENTILACIÓN Y DESCARGA DE COMBUSTIBLE (VENT SURGE TANK).

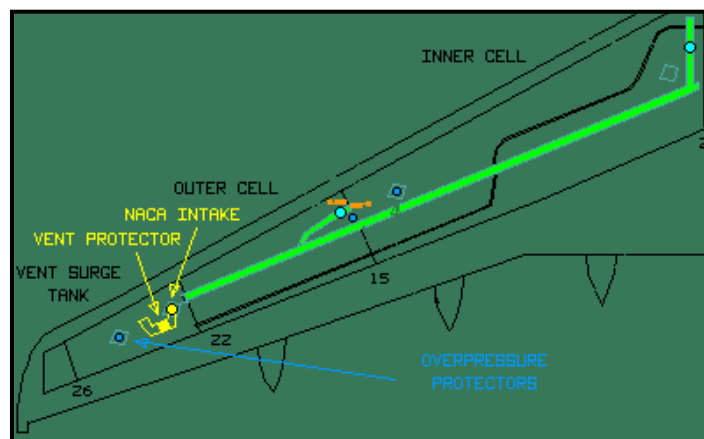


Fig. 1.10 Sistema de Descarga del Vent Surge Tank

Dentro del conducto de descarga existe un protector (reductor de llama) el cual reduce el riesgo de encendido de fuego en los tanques de combustible. El combustible es derramado a través de cañerías dentro del surge tank, este es inducido dentro de la celda externa por una bomba recogedora del motor usando poder desde las bombas del tanque de ala. Cada tanque ventila el combustible hacia la parte superior del NACA INTAKE que esta conectado al sistema de ventilación del tanque.

1.2.1.2 SISTEMA DE DESCARGA DEL TANQUE DE ALA.

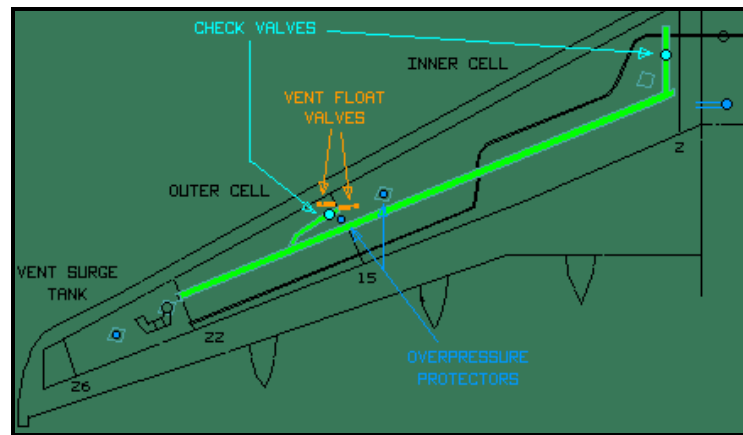


Fig. 1.11 Sistema de Descarga del Tanque de Ala

Cada celda, interna y externa, descargan el combustible al surge tank y la línea de ventilación está unida a las válvulas de boya.

Los ductos son bastante grandes para asegurar que si la presión de abastecimiento cortara por falla, puede descargarse el exceso de combustible al mar a través de la succión.

Una válvula check instalada en la línea de descarga permite a cualquier combustible que encuentre su camino dentro de la línea de descarga para ser drenada dentro del tanque.

1.2.1.3 SISTEMA DE DESCARGA DEL TANQUE CENTRAL.

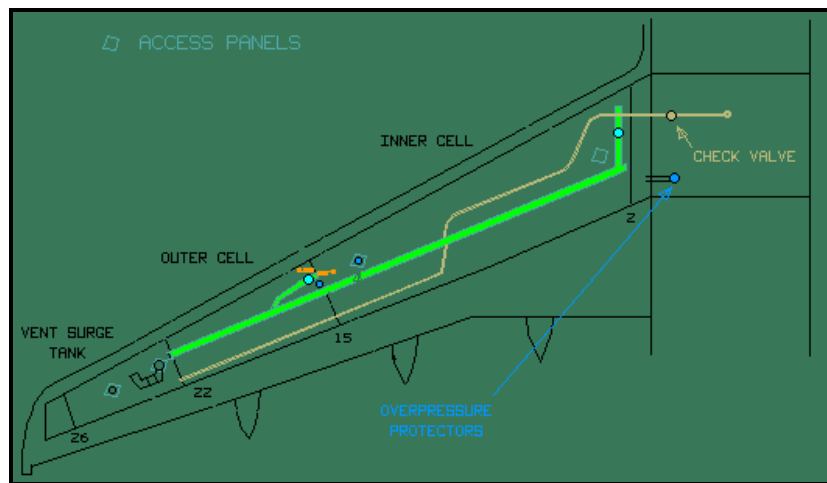


Fig. 1.12 Sistema de Descarga del Tanque Central.

El tanque central descarga el combustible a través de una línea al surge tank del tanque izquierdo.

La línea de descarga del tanque central es una línea abierta convencional, bastante grande para corriente de aire, la cual es proporcionada con una válvula check.

1.2.1.4 PROTECTOR DE SOBREPRESIÓN.

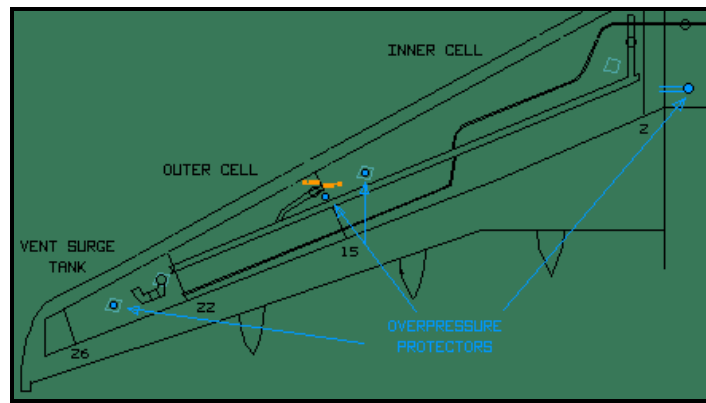


Fig. 1.13 Ubicación del Protector de Sobrepresión en el Tanque.

Están instalados en todo el sistema para aliviar la presión de combustible en caso de que la línea de ventilación y descarga este obstruida o haya algún problema en el abastecimiento normal de combustible.

Un exceso de presión en la celda externa alivia combustible dentro de la celda interna vía un protector de sobrepresión montado sobre la costilla # 15 del ala.

Un exceso de presión en la celda interna o en el surge tank alivia combustible al mar vía un protector de sobrepresión instalado en un panel de acceso al tanque.

El protector de sobrepresión del tanque central alivia combustible dentro de la celda interna izquierda.

1.2.1.5 VÁLVULA DE DESCARGA DE FLOTADOR TIPO BOYA.

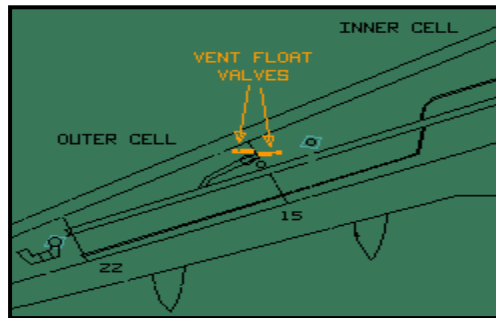


Fig. 1.14 Ubicación de la Válvula de Flotador Tipo Boya.

Éstas evitan que existan transferencias de combustible debido a las maniobras que realiza el avión durante el vuelo.

Los extremos abiertos de los ductos y la válvula de flotador de alivio son lo que permiten dar salida al aire pero no al combustible, son posicionados a los niveles óptimos para abastecimiento de combustible y maniobras normales de tierra / vuelo.

1.2.2 PRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE COMBUSTIBLE (IDG INTEGRATED DRIVE GENERATOR).

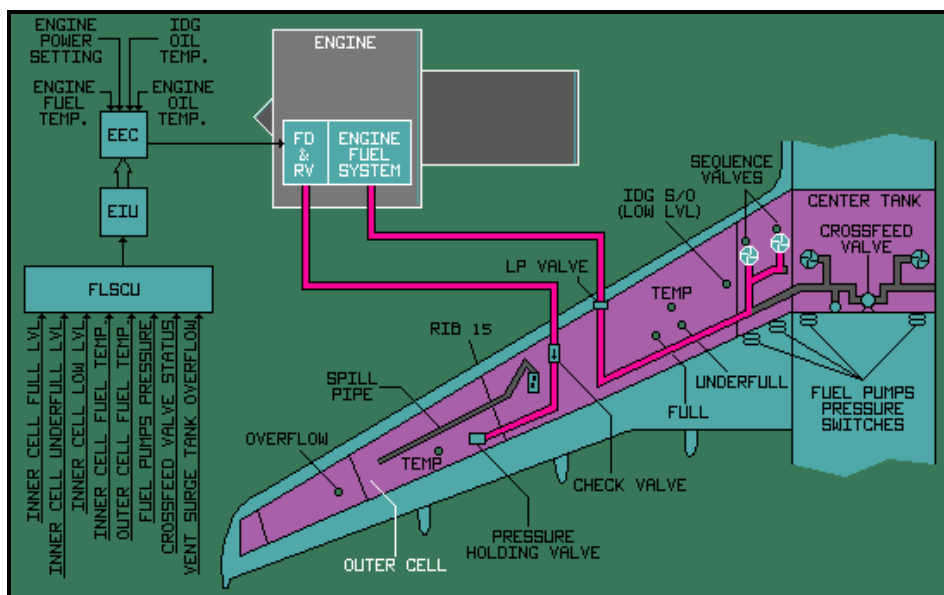


Fig. 1.15 Presentación del Sistema de Enfriamiento de Combustible

1.2.2.1 PRINCIPIO.

El aceite del IDG es enfriado por el combustible. Un sistema de recirculación esta instalado para tal fin.

Algún abastecimiento de combustible a los motores es utilizado para enfriar el aceite del IDG.

Una válvula de desviación y retorno de combustible **FD & RV** (FUEL DIVERTER & RETURN VALVE) permite que el combustible caliente sea retornado a la celda externa del tanque.

1.2.2.2 RETORNO DE COMBUSTIBLE.

El combustible que ha pasado por el IDG es depositado al tanque a través de la válvula FD & RV por medio de una válvula check y así se evita que el combustible sea quemado.

La válvula check evita que el combustible regrese al tanque cuando el sistema de recirculación no se esta ocupando.

La válvula de presión caliente mantiene una presión de 18 psi en la línea de retorno; si la presión incrementa, el combustible es sangrado a través de la válvula dentro de la celda externa.

NOTA: Cuando la celda externa está llena, el combustible de sobrecarga va dentro de la celda interna a través de una cañería de caída.

1.2.2.3 SISTEMA LÓGICO DE LAS BOMBAS.

En este caso la bomba del tanque central para cuando la celda interna alcanza el nivel lleno.

El combustible deliberado del tanque central va hacia la celda externa, si esta celda se encuentra llena las bombas del tanque central paran, luego la deliberación de combustible se realiza solamente en el ala.

Quien controla el sistema de recirculación: el FLSCU1 (FUEL LEVEL SENSING CONTROL UNIT) y el EEC, controla el sistema de recirculación del motor izquierdo y el FLSCU2 y el EEC2, controla el sistema de recirculación del motor derecho.

El sistema lógico entonces reinicia la bomba del tanque central.

1.2.2.4 CONTROL DE LA VÁLVULA DE DESVIACIÓN Y RETORNO DE COMBUSTIBLE.

1.2.2.4.1 BAJO NIVEL.

Cuando existe bajo nivel de combustible en la celda interna la FD & RV esta cerrada.

NOTA: El sensor de bajo nivel: corta al sensor del IDG da la señal a la válvula de retorno para cerrar a 620lbs (280 Kg).

NOTA: Cerrando la válvula de retorno reducirá la cantidad de combustible inutilizado.

1.2.2.4.2 ALTA TEMPERATURA EN LA CELDA INTERNA.

Cuando existe alta temperatura de combustible en la celda interna la FD & RV está cerrada.

Como el combustible de retorno está caliente, el FLSCU previene que la limitación de temperatura exceda.

En este caso, el FLSCU envía una señal de inhibición al FADEC (fuel authority digital engine control) para el control de la FD & RV.

1.2.2.4.3 ALTA TEMPERATURA EN LA CELDA EXTERNA.

Cuando existe alta temperatura de combustible en la celda externa la FD & RV está cerrada.

Esto previene un gran volumen de combustible a alta temperatura a la entrada de la celda interna, en el caso de que la válvula intercelda esté abierta. Esto también mantiene la temperatura del combustible como un nivel aceptable para que no ocurra una ruptura en el tanque.

1.2.2.4.4 PÉRDIDA DE PRESIÓN EN LAS BOMBAS.

Cuando existe baja presión en las bombas de las alas con la válvula de alimentación cruzada abierta o cerrada la FD & RV está cerrada.

Esto es para reducir el flujo de combustible y permitir la máxima presión disponible para quemar el combustible durante la alimentación.

La baja presión es censada por el switch de baja presión de la bomba y señalada al FLSCU.

1.2.2.4.5 SOBRE FLUJO.

La FD & RV está cerrada cuando las bombas del tanque central fallan a la respuesta del sistema lógico.

1.2.3 OPERACIÓN DE LA VÁLVULA DE DRENAJE DE AGUA.

1.2.3.1 GENERALIDADES.

El agua que es colectada bajo el combustible en la parte más baja de los tanques de ala es drenada a través de pequeñas cañerías conectadas a una válvula de drenaje de agua operada manualmente.

Peligro.- No acerque el combustible del avión:

- En la boca,
- En sus ojos,
- Sobre su piel por largo tiempo.

El combustible de aviación es venenoso.

Peligro.- No esté con la ropa empapada de combustible.

Peligro.- Antes del abastecimiento o drenaje de combustible al avión usted debe asegurar el área alrededor de él.

En el área de seguridad no se debe:

- Fumar,
- Chispas o fuego,
- Usar ningún equipo el cual no es aprobado para procedimientos con combustible.

El combustible de aviación es inflamable.

1.2.3.2 TRABAJO (PUESTA EN MARCHA).

A - Siga las precauciones de seguridad.

B – Ponga la plataforma aplicable de acceso debajo de la válvula de drenaje de agua.

C – Ponga el contenedor aplicable debajo de la válvula de drenaje de agua.

D – Ponga el aviso de “NO FUMAR” como una norma de seguridad en el área.

E – Sobre el Equipo de Prueba de Chorreo de la Bomba retracte la nuez (4), los tornillos (3) y el embolo (1).

F – Instale el Equipo de Prueba de Chorreo de la Bomba:

(a) Ponga el extremo del hexagonal del “bush” (2) bajo el plato base de la válvula de drenaje.

(b) Gire el “bush” (2) alrededor de 30°.

(c) Gire la nuez (4) hasta que esta toque y selle contra el fondo de la piel.

(d) Ponga el extremo de la manguera dentro del contenedor.

1.2.3.3 PROCEDIMIENTO DE DRENADO.

A – Sostenga el “bush” (2) y gire el tornillo (3) al extremo de su camino.

Esto causa que el embolo (1) abra la válvula de drenaje y el flujo de combustible.

1.2.3.4 CERRADO DE LA VÁLVULA DE DRENADO.

A – Cuando el flujo de combustible pare, remueva el Equipo de Prueba de Chorro.

B – Remueva todo el equipo de soporte en tierra, el equipo de mantenimiento, las herramientas especiales y estándar u otros artículos.

C – Haga que el área de trabajo este limpia y libre de herramientas u otros artículos.

1.2.4 TANQUE Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE DESCARGA.

1.2.4.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.

Peligro.-

- No reciba combustible de aviación:
 - En su boca.
 - En sus ojos (el combustible de aviación es venenoso)
 - Sobre su piel por largo tiempo.
- Obedezca los procedimientos de seguridad del combustible.
- No traiga su ropa empapada con combustible. Use el protector de ropa Aprobado.

Cuando usted vaya a entrar en un tanque de combustible.

- Asegúrese que el tren de aterrizaje esté seguro-bloqueado y la rueda calce en la posición abajo.
- Asegúrese de poner un aviso de peligro en la cabina para advertir que no se opere los controles de vuelo porque:
 - Están personas cerca de las superficies de los controles de vuelo.
 - Hay equipos cerca de las superficies de los controles de vuelo.
- Asegúrese de tener disponible el correcto equipo contra incendio antes de Iniciar algún trabajo sobre el sistema de combustible.
- Asegúrese que todos los circuitos en mantenimiento estén aislados antes de suministrar poder eléctrico de a/c.

- No entre en el tanque de combustible hasta que la concentración de vapores sea menos del 25% de LEL. (Limite Inferior Explosivo).
- No remueva su respirador mientras usted este dentro del tanque de combustible algún sobre el sistema de combustible.
- Una alta concentración es enfermiza y toxica.

1.2.4.2 VÁLVULA DE DRENAJE DE AGUA.

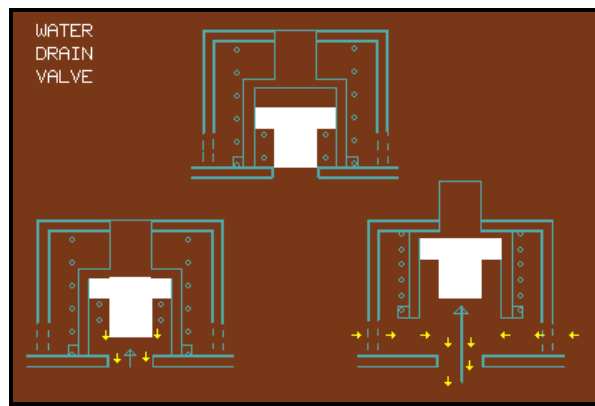


Fig. 1.16 Válvula de Drenaje de Agua

La periódica operación de la válvula asegura que el agua no se colecte en cantidades suficientes para causar un mal funcionamiento de los motores.

1.2.4.3 VÁLVULA DE REVESTIDO.

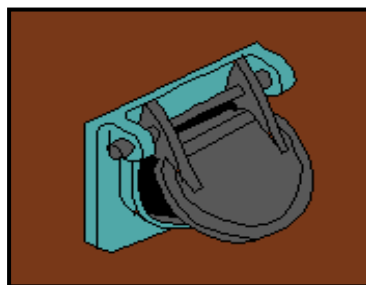


Fig. 1.17 Válvula de Revestido

La costilla 1 y 2 forman una caja colectora alrededor de las bombas del tanque de ala.

Las válvulas de revestido al fondo de la costilla 2 permiten que el combustible entre en la caja pero previenen que sea drenado otra vez.

Esto asegura un suministro de combustible a las bombas de ala durante maniobras.

1.2.4.4 CONDENSADOR ADAPTADOR DE GRAVEDAD.

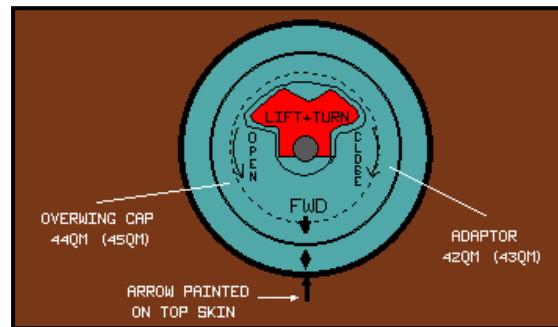


Fig.1.18 Condensador Adaptador de Gravedad.

Un condensador capacitor es instalado en la superficie superior de cada tanque de ala, dando acceso directo a la celda externa.

El casquete es removido por bisagra levantando el mango, fija la cisterna en la superficie del casquete, y gira para abrir.

NOTA: Luego del abastecimiento por gravedad asegúrese que las válvulas de transferencia estén abiertas.

1.2.4.5 PROTECTOR DE SOBREPRESIÓN.

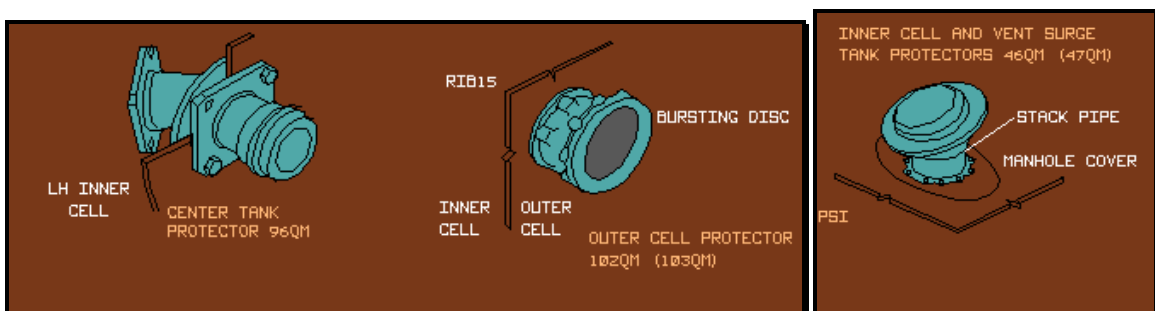


Fig. 1.19 Protectores de Sobrepresión de los Tanques

Presión de Estallido del Disco

Atmósfera para alivio: 2.9 a 4.35 (PSI)

Alivio para atmósfera: 6.5 a 7.25 (PSI)

Externa para celda interna: —
 Tanque central para celda interna: — 10 a 11 (PSI)
 Celda interna ↔ atmósfera: 18.3 a 22.3 (PSI)

Interna para celda externa —
 Interna para tanque central — 23.2 PSI

1.2.4.6 PROTECTOR DE DESCARGA DEL COMBUSTIBLE.

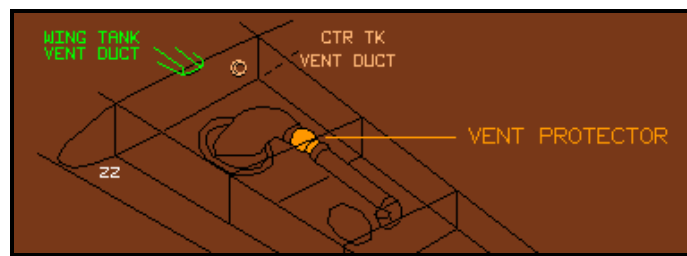


Fig. 1.20 Ubicación del Protector de Descarga de Combustible

El protector de alivio consiste en:

- Protector contra hielo
- Arrestor de llama.

El protector de hielo previene el congelamiento del arrestor de llama durante el descenso.

El arrestor de llama reduce el riesgo de incendio del tanque de combustible en tierra.

1.2.4.7 VÁLVULA DE DESCARGA DE BOYA.

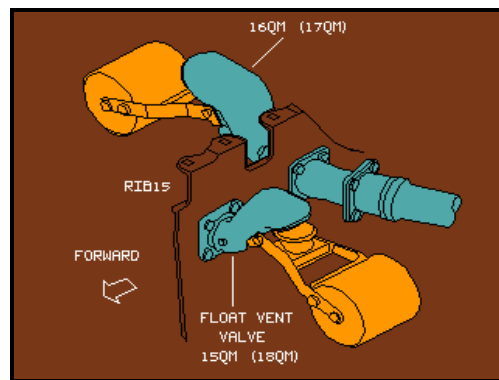


Fig. 1.21 Válvula de Boya.

Una boya opera el brazo abriendo o cerrando esta válvula dependiendo del nivel de combustible, para permitir que el aire sea aliviado.

La válvula también se abre cuando:

- La presión diferencial hacia el centro es: 0.5psig (0.0345 bar) con tanque lleno.
- La presión diferencial hacia fuera es: 1psig (0.069 bar) con el nivel de combustible bajo la boya.

1.2.4.8 VÁLVULA CHECK (UNIDIRECCIONAL).



Fig. 1.22 Válvula Check

Las válvulas check son instaladas en líneas de alivio para permitir que cualquier combustible encuentre esta vía entre en la línea de alivio para drenar dentro del tanque.

1.2.4.9 VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN.

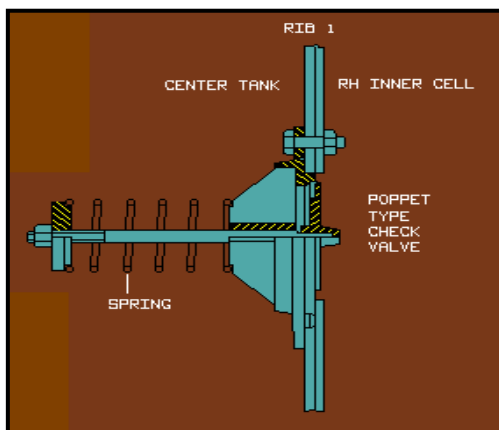


Fig. 1.23 Válvula de alivio de presión

La válvula de alivio de presión alivia combustible dentro del tanque del ala derecha en el caso de un abastecimiento de sobre flujo en el tanque central.

Remoción e Instalación.-

- Vacié los tanques central y del ala derecha
- Abra la cubierta de Acceso.

1.2.4.10 VÁLVULA DE SUCCIÓN DE DESCARGA (NACA).

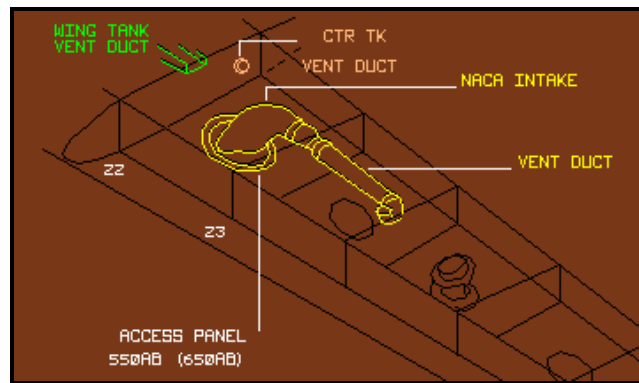


Fig. 1.24 Válvula de Succión.

La cisterna montada NACA suministra conexión del sistema de descarga para la atmósfera y mantiene una ligera presión positiva en el tanque de combustible durante el vuelo.

El tanque surge retendrá 50us galones luego del sobre flujo lo trastorna por el dúcto de succión NACA.

1.2.4.11 SELLO DE VAPOR.

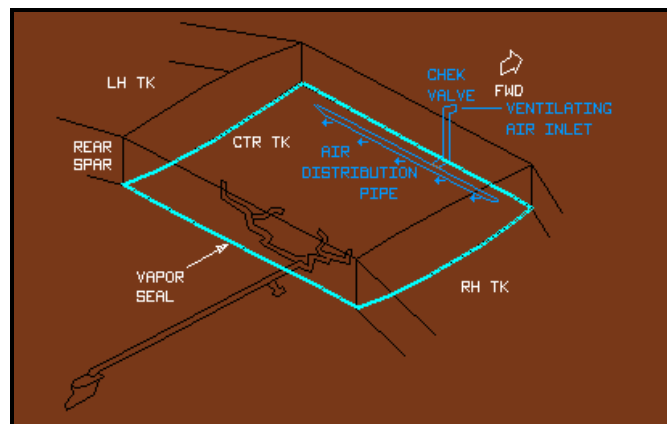


Fig. 1.25 Sello de Vapor

El sello de vapor es una membrana fabricada que separa la parte baja del tanque central del compartimiento de aire acondicionado.

El aire presurizado del sistema de aire acondicionado fluye a través del espacio entre el sello de vapor y el fondo del tanque para ventilarlo.

1.2.4.12 MÁSTIL DE DRENAJE.

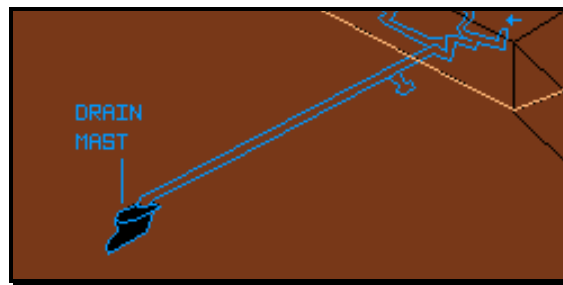


Fig. 1.26 Mástil de Drenaje.

Un sistema de drenaje en la parte posterior del sello de vapor transporta drenaje y ventila aire (de escape) a través de un mástil de drenaje a la atmósfera. El mástil de drenaje es un tubo de aluminio que arroja fluidos en la parte baja del fuselaje.

1.2.4.13 MONITOR DE FUGA.

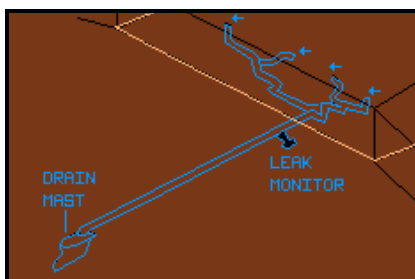


Fig. 1.27 Monitor de Fuga

En el caso de combustible fluyendo del mástil de drenaje revise el monitor de fuga para determinar el área de fuga del tanque central o la línea de abastecimiento del APU.

1.3 DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE.

1.3.1 DESCRIPCIÓN / OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN A LOS MOTORES.

El objetivo es describir en detalle el sistema de alimentación de los motores de forma normal y anormal.

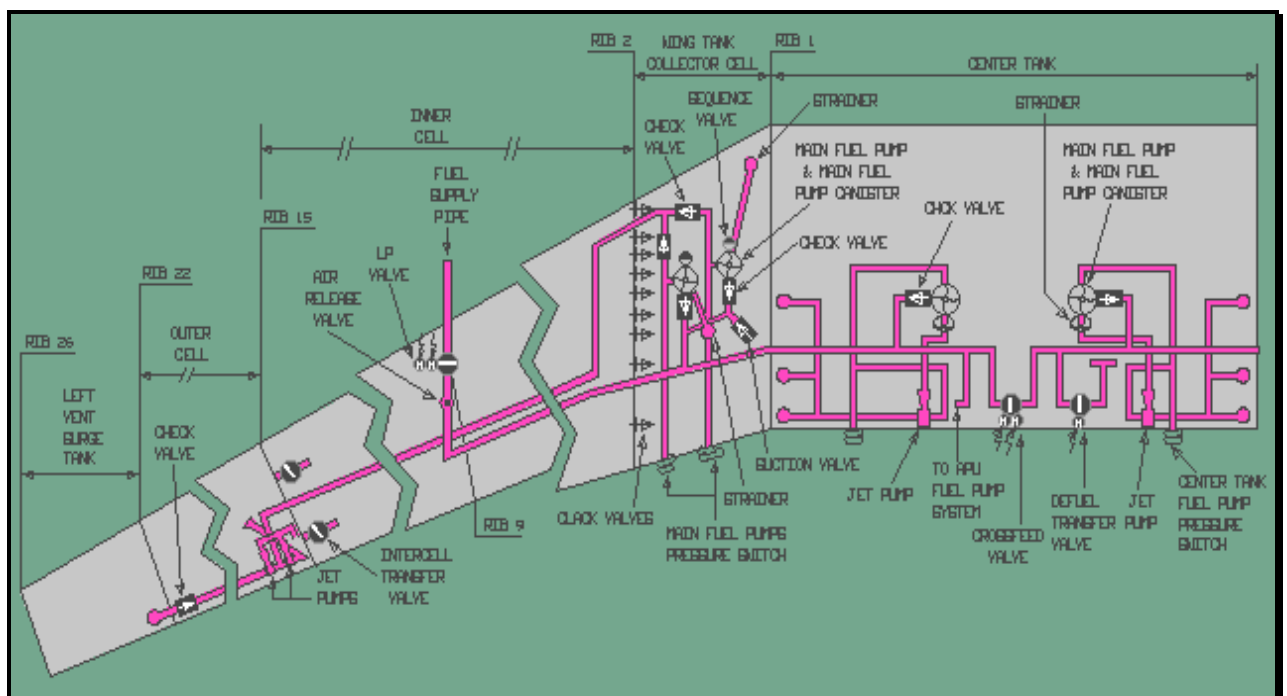


Fig. 1.28 Presentación del Sistema de Alimentación a los Motores

1.3.1.1 GENERALIDADES.

Las bombas principales de combustible abastecen combustible desde las alas hacia los motores, cada tanque tiene 2 bombas booster.

El combustible es primero abastecido por las bombas del tanque central y luego por las bombas de los tanques de las alas cuando el combustible del tanque central es vaciado.

El sistema de alimentación cruzada divide el sistema de alimentación de combustible a los motores dentro de 2 sistemas de alimentación independientes.

1.3.1.2 BOMBAS PRINCIPALES.

Estas bombas son operadas a 115V ó 400Hz y son abastecidas de diferentes fuentes de energía.

Cuando estas están en operación, cada bomba principal abastece el combustible a:

- su motor relacionado,
- el sistema de recirculación caliente de combustible,
- el sistema de alimentación cruzada,
- el sistema de carga/descarga de combustible.

Cada tanque de ala comprende:

- dos bombas de combustible contenidas en su respectivo contenedor,
- dos filtros de combustible,
- una válvula de succión,
- dos válvulas check.

1.3.1.3 CONTENEDORES DE LAS VÁLVULAS CHECK.

Permite el cambio de la bomba sin necesidad de drenar el combustible.

El contenedor tiene 3 salidas:

- una salida superior es conectada a la línea de alimentación del motor y contiene una válvula check plegable, interna.
- La otra salida superior es conectada a una válvula de secuencia.
- Una salida pequeña es conectada a la bomba jet (succión) y al switch de presión de la bomba de combustible.

El contenedor de las válvulas check del tanque central tiene 2 salidas:

- una salida superior es conectada a la línea de alimentación del motor y contiene una válvula check plegable, interna.
- Una salida pequeña es conectada a la bomba jet (succión) y al switch de presión de la bomba de combustible.

1.3.1.4 SWITCHES DE PRESIÓN.

Estos switches monitorean la presión que se esta dirigiendo por las cañerías.

Si la presión de la bomba principal decrece a menos de 6psi (0.41 bar) el switch de presión envía una señal de peligro a la pantalla ECAM.

1.3.1.5 VÁLVULA DE SUCCIÓN BY-PASS.

En caso de que la bomba principal presentara fallas, la válvula de succión by-pass permite que el combustible sea succionado desde el tanque por conducción de la bomba del motor y así suministrar combustible al motor por “gravedad”.

1.3.1.6 VÁLVULA DE LIBERACIÓN DE AIRE.

La válvula de liberación de aire es instalada en el punto alto entre la bomba y la válvula de baja presión de combustible.

1.3.1.7 VÁLVULAS DE BAJA PRESIÓN.

Una válvula de baja presión es instalada en el montante del motor. Cada válvula de baja presión tiene un actuador con 2 motores eléctricos, cada cual es abastecido por diferentes fuentes de poder de 28VDC.

La válvula de baja presión separa el abastecimiento de combustible al motor a corte (procedimiento normal) o en caso de emergencia (procedimiento de fuego en el motor).

1.3.1.8 BOMBAS DE PRESIÓN DIFERENCIAL (JET).

Las bombas jet que se encuentran en el tanque central succionan el combustible para quemarlo en el motor, y las que se encuentran en la celda externa succionan el combustible del tanque surge para enviarlo a los tanques de las alas.

Válvulas Check, en la línea en el tanque surge, se combinan con las bombas jet para asegurar que el combustible no pueda entrar al tanque surge vía bomba, si la bomba principal se encuentra apagada.

1.3.1.9 VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN CRUZADA.

Se encuentra normalmente cerrada y esta ubicada en la línea de transferencia.

En esta posición, esta divide el sistema de la bomba principal de combustible en 2 partes (una parte para cada motor).

Cuando la válvula de alimentación cruzada esta abierta, cualquier tanque puede abastecer combustible a cualquier motor.

1.3.1.10 VÁLVULA DE SECUENCIA.

En los tanques de las alas existen 2 válvulas que permiten saber cual tanque se va a consumir primero.

1.3.1.11 VÁLVULAS DE TRANSFERENCIA DE LA CELDA INTERNA.

Las válvulas de transferencia permiten que el combustible de la celda externa vaya a la celda interna cuando el combustible de esta haya sido consumido.

1.3.1.12 ABASTECIMIENTO LÓGICO DE COMBUSTIBLE.

Cuando todos los tanques están llenos de combustible se consume primero el combustible del tanque central.

Guardando la masa de combustible a lo largo de las alas es posible reducir los doblamientos por torsión en la raíz de las alas.

Los flujos de combustible de la celda externa van a la interna por gravedad a través de las válvulas de transferencia las cuales abren cuando la cantidad de combustible de la celda interna decrece a un valor determinado.

1.3.2 DESCRIPCIÓN / OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DEL APU.-

1.3.2.1 GENERALIDADES.-

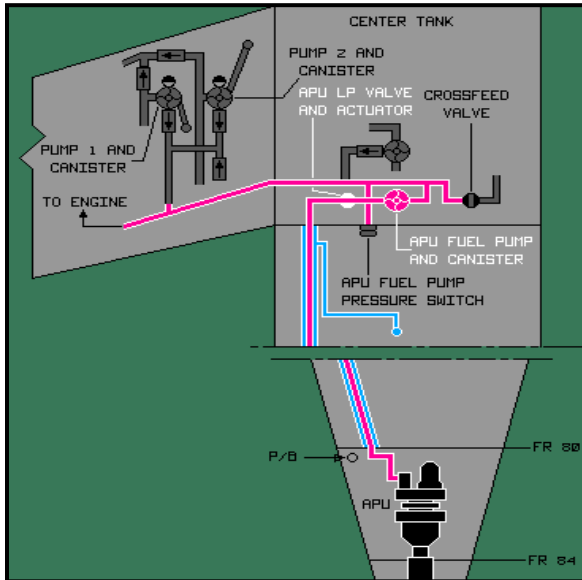


Fig. 1.29 Sistema de Alimentación de la APU.

El sistema de corte y baja presión de combustible para la APU tiene una válvula que controla el abastecimiento de combustible a la APU.

1.3.2.2 BOMBA DE LA APU.

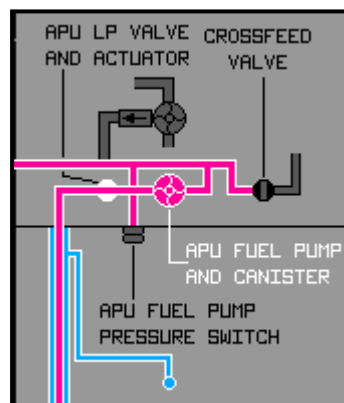


Fig. 1.30 Ubicación de la Bomba.

Para una normal operación, la barra esencial "bus" (115AC) abastece al motor de la bomba. Cuando la barra "bus" no está energizada, la barra del inversor estático (115AC) abastece al motor de la bomba.

1.3.2.3 CONTENEDOR DE LA BOMBA.

Cuando una bomba es removida, la presión de combustible cierra la entrada y salida al contenedor.

Existen algunos componentes que están instalados en la parte inferior del contenedor y unas válvulas check que evitan el flujo de reversa cuando las bombas no están funcionando.

1.3.2.4 SWITCH DE PRESIÓN.

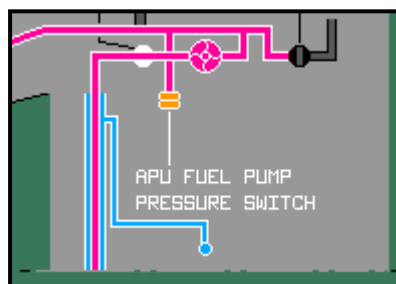


Fig. 1.31 Ubicación del Switch.

La presión en la línea izquierda de alimentación cruzada pasa a través de una válvula check para operar un microswitch.

La bomba de combustible de la APU para si la línea de presión de alimentación cruzada alcanza 23.3 PSI (1.6bar) y arranca de nuevo a 21.7 PSI (1.5bar).

1.3.2.5 VÁLVULA DE BAJA PRESIÓN DEL APU.

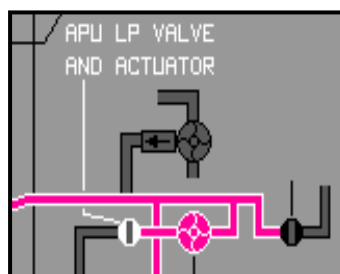


Fig. 1.32 Ubicación de la válvula.

Los dos motores DC en el actuador son abastecidos desde diferentes fuentes 28 VDC.

El botón de descarga de combustible es usado para purgar el sistema durante el mantenimiento en tierra.

La válvula cierra cuando:

- El switch master del APU se coloca en OFF.
- El botón de descarga del APU es liberado.
- El switch de fuego en el APU, en el panel, es presionado.
- El switch de corte de fuego del APU sobre el panel delantero del tren de aterrizaje de nariz es operado.
- El sistema de detección de fuego opera en tierra.

1.3.2.6 OPERACIÓN DE LA VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN CRUZADA.

Se encuentra normalmente cerrada y esta ubicada en la línea de transferencia izquierda.

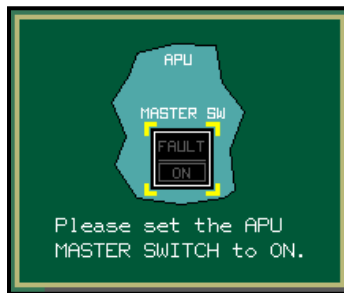
1.3.2.7 ACCIONADOR DE BOTÓN DEL SISTEMA DE DESCARGA DEL APU.



Fig. 1.33 Accionador Pushbutton.

Un botón accionador en la armadura sobre 80plg en el compartimiento del APU es usado para operar la bomba.

1.3.2.8 SWITCH MASTER DEL APU.



Este es iniciado automáticamente a través del switch de presión.

Fig. 1.34 Switch Master del APU.

1.3.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE LA BOMBA PRINCIPAL DE COMBUSTIBLE.-

1.3.3.1 SWITCH DE PRESIÓN.

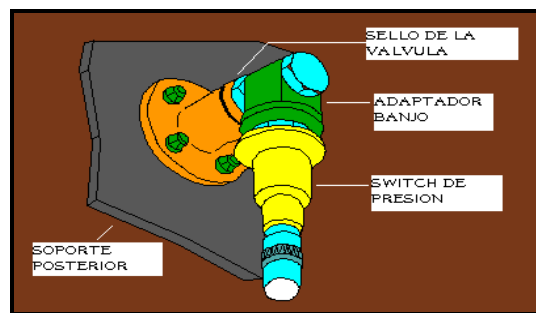
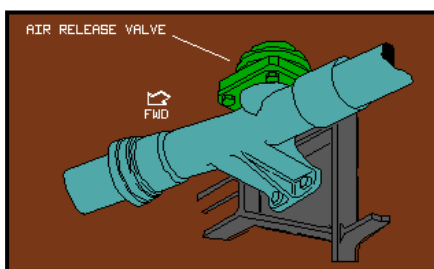


Fig. 1.35 Switch de presión

La detección de caída de la bomba de presión es 6 psi. (0.41 bar.)

Un switch de presión para cada bomba de combustible es montado sobre la cara externa de la pared posterior de los tanques.

1.3.3.2 VÁLVULA DE DESCARGA DE AIRE.



Esta válvula permite el paso de aire, pero no de combustible, para ser expelido de la tubería y previene ser absorbido en el aire.

Fig. 1.36 Válvula de Descarga de Aire.

1.3.3.2.1 FUNCIONAMIENTO DE LA VALVULA.

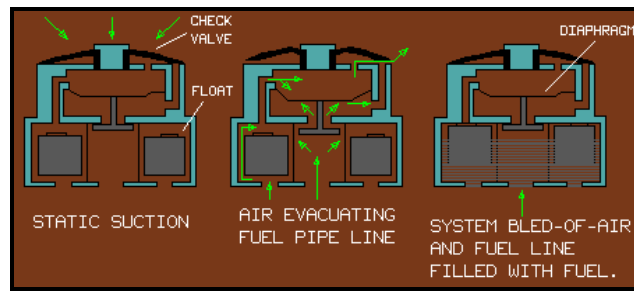


Fig. 1.37 Funcionamiento de la Válvula de Descarga de Aire

1.3.3.3 VÁLVULA DE SECUENCIA.

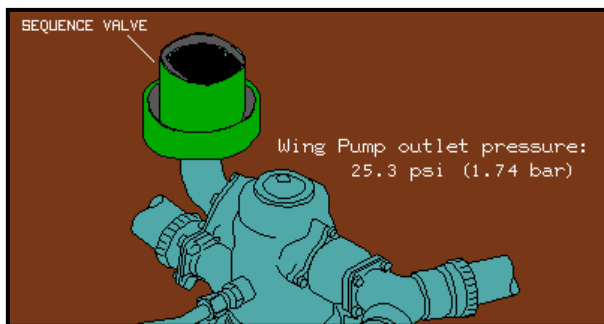


Fig. 1.38 Válvula de Secuencia.

La válvula de secuencia es una válvula de alivio de presión adherido a las tomas de corriente secundarias en la bomba del tanque de ala solamente.

1.3.3.4 BOMBA DE COMBUSTIBLE DEL TANQUE CENTRAL.

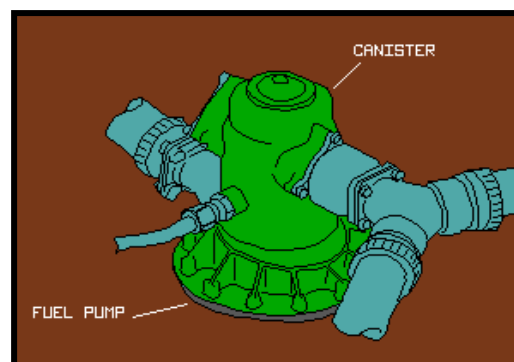


Fig. 1.39 Bomba de Combustible del Tanque Central.

La bomba es instalada en un contenedor incluyendo una válvula que desliza para que la bomba pueda ser removida sin tener que drenar el tanque.

La bomba entrega combustible cerca de 11000 lb/hr (4989kg/hr) a 30psi. (2.08 bar). Fusible termal: 200 °C.

1.3.3.5 REMOCIÓN DE LA BOMBA DEL TANQUE CENTRAL.

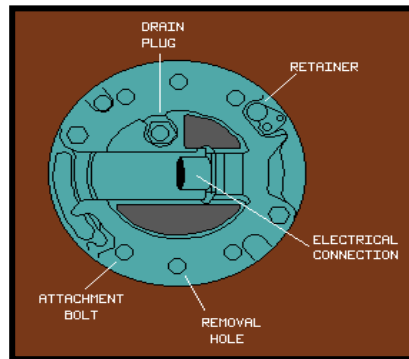


Fig. 1.40 Posterior de la Bomba del Tanque Central.

- Desconecte el conector eléctrico,
- Remueva los pernos de unión,
- Use extractor de tornillos en la extracción de los pernos,
- Gire la bomba,
- Drénela,
- Hale hacia fuera.

1.3.3.6 BOMBA DE COMBUSTIBLE DEL TANQUE DE ALA.

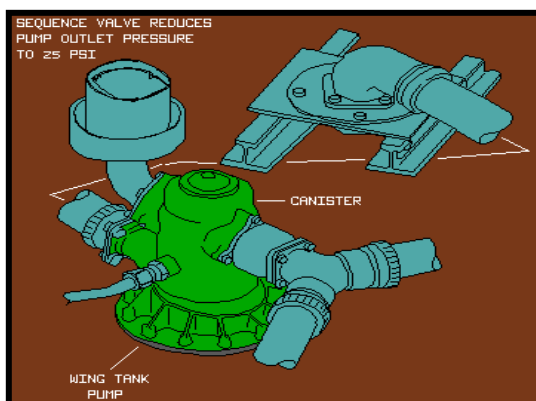


Fig. 1.41 Bomba del Tanque de Ala.

La bomba es instalada en un contenedor incluyendo una válvula que desliza para que la bomba pueda ser removida sin tener que drenar el tanque.

1.3.3.7 REMOCIÓN DE LA BOMBA DEL TANQUE DE ALA.

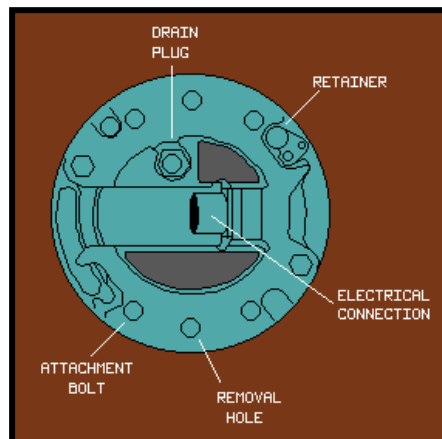


Fig. 1.42 Posterior de la Bomba del Tanque de Ala.

- Desconecte el conector eléctrico,
- Remueva los pernos de unión,
- Use extractor de tornillos en la extracción de los pernos,
- Gire la bomba,
- Drénela,
- Hale hacia fuera.

1.3.3.8 BOMBA JET.

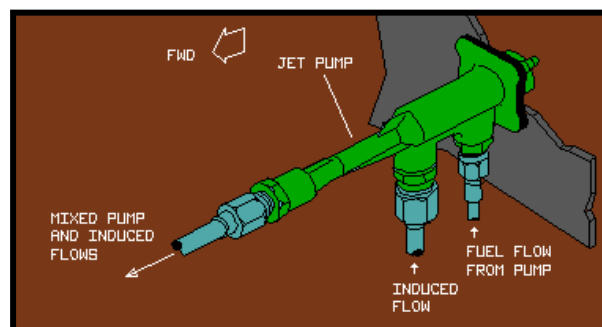


Fig. 1.43 Bomba Jet.

La bomba Jet tiene:

- un pasaje tipo Venturi,
- una válvula de no – retorno,
- puertos para conexión de cañerías,
- un plato de unión con montantes.

1.3.3.9 VÁLVULA DE TRANSFERENCIA.

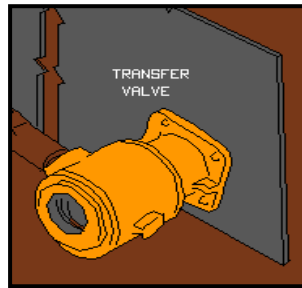


Fig. 1.44 Válvula de Transferencia.

Cada válvula consiste de una luz de lanzamiento alineada al cuerpo alojada en un plug esférico.

1.3.3.10 CONDUCTOR DE LA VÁLVULA DE TRANSFERENCIA.

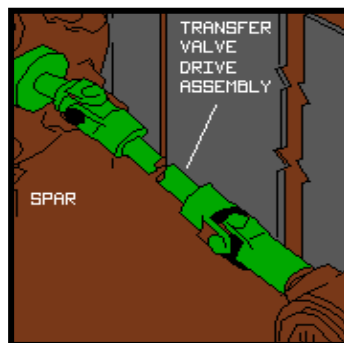
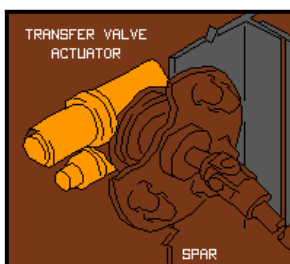


Fig. 1.45 Conductor de la Válvula de Transferencia.

El eje conductor tiene 2 articulaciones universales. Se codifica en un extremo con el funcionamiento del actuador y splined y en el otro extremo con el funcionamiento de las válvulas.

1.3.3.11 ACTUADOR DE LA VÁLVULA DE TRANSFERENCIA.



INDICADOR MECÁNICO:
Muestra la válvula abierta o cerrada.

Fig. 1.46 Control de la Válvula.

1.3.4 COMPONENTES DEL MOTOR Y APU.

1.3.4.1 PRESIÓN / RECIRCULACIÓN DE LA VÁLVULA ACCIONARIA (HOLDING)

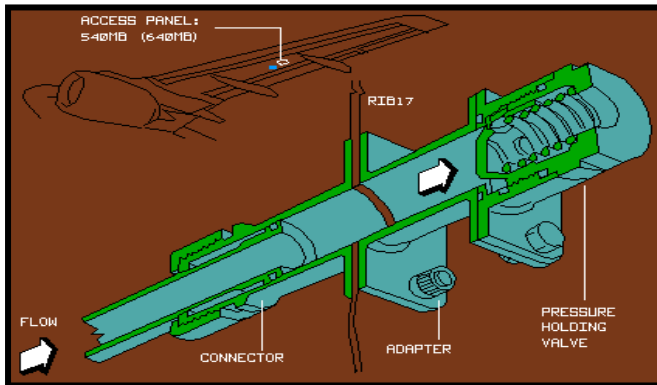


Fig. 1.47 Presión/Recirculación de la Válvula Holding

La válvula mantiene la presión de la línea de 18 psi; si incrementa la presión, el combustible sangra en la celda externa.

1.3.4.2 VÁLVULA CHECK (UNIDIRECCIONAL).

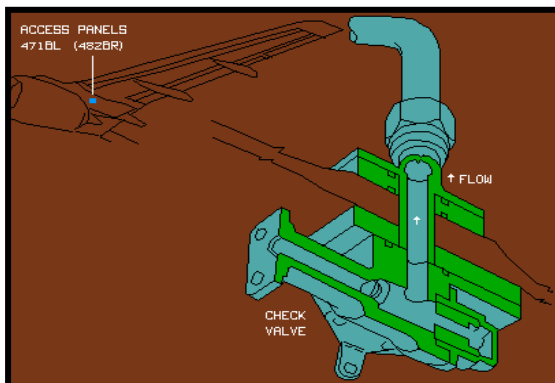


Fig. 1.48 Válvula Check.

Una válvula check para recirculación de combustible esta montada en el lugar más bajo del fondo de la piel entre las costillas 7 y 8, y previene el flujo inverso desde el tanque al motor en caso de falla de la cañería de combustible.

1.3.4.3 VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN CRUZADA.

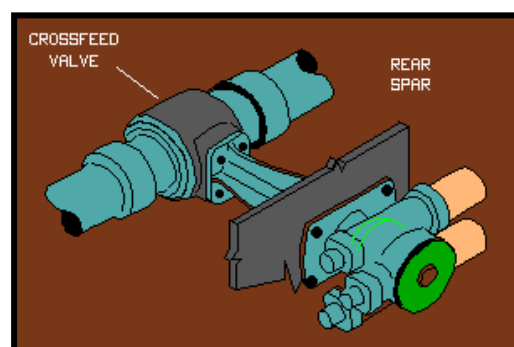


Fig. 1.49 Válvula de Alimentación Cruzada.

Acceso a la válvula de alimentación cruzada:

- Vacíe el tanque central.
- Abra la puerta principal del lado derecho.
- Remueva la Manija de Cubierta.

1.3.4.4 ACTUADOR DE LA VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN CRUZADA.

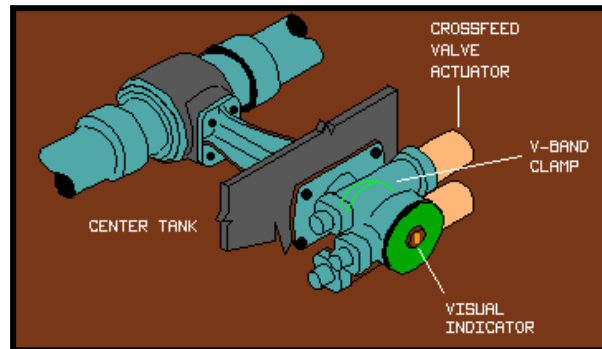


Fig. 1.50 Controles de la Válvula de Alimentación Cruzada.

El control de la válvula de alimentación cruzada tiene motores electrónicos gemelos los cuales conducen un

Engranaje diferencial común para girar el plug esférico 90°. Este engranaje permite a cualquier motor conducir la válvula si el otro motor está inoperativo.

1.3.4.5 VÁLVULA DE BAJA PRESIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR.

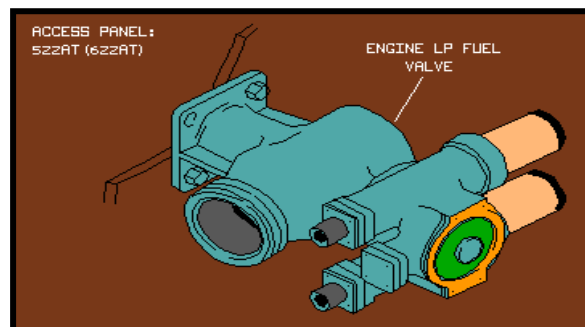


Fig. 1.51 Válvula De Baja Presión de Combustible Del Motor.

Cada válvula de baja presión del motor asegurada a un montante en el borde de ataque del ala.

1.3.4.6 ACTUADOR DE LA VÁLVULA DE BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR.

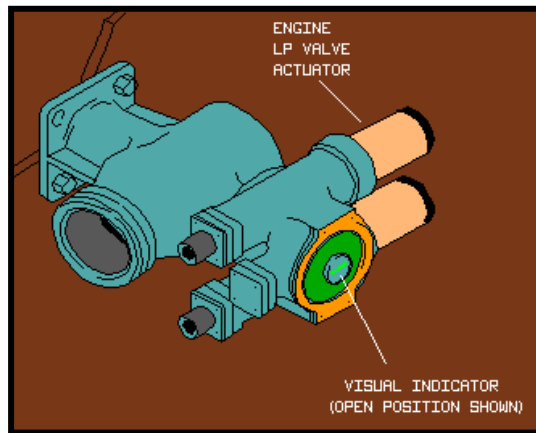


Fig. 1.52 Actuador de la Válvula de Baja Presión del Motor.

El engranaje epicíclico permite que uno de los 2 motores gire el plug esférico si el otro motor esta inoperativo.

1.3.4.7 SWITCH DE PRESIÓN DEL APU.

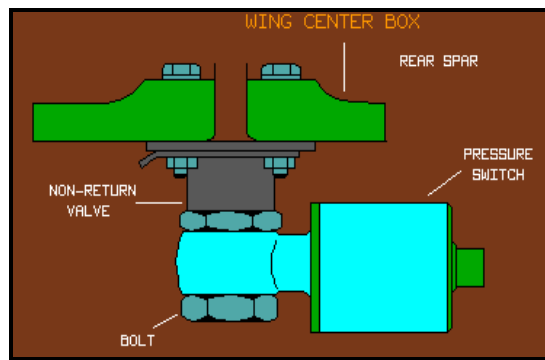


Fig. 1.53 Switch de Presión del APU.

El switch de presión del APU supervisa que la presión de entrada de la bomba sea:

21.7 psi → switch cerrado para arrancar la bomba

23.3 psi → switch abierto para cortar la bomba.

1.3.4.8 BOMBA DE COMBUSTIBLE DEL APU.

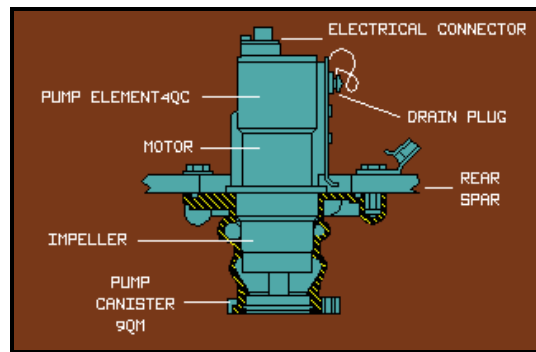


Fig. 1.54 Bomba de Combustible del APU

Cuatro pernos aseguran los elementos de la bomba al contenedor, del cual pueden ser retirados, saliendo el contenedor. Un plug de drenaje permite a los elementos de la bomba ser drenados antes de removerla.

Un plato de seguridad, sostenido por 2 tornillos, previene que los elementos de la bomba sean removidos sin haber removido el plug de drenaje.

Un fusible térmico, fija a 175°C (347°F), protege al motor de condiciones de sobre temperatura.

1.3.4.9 COBERTOR DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE DEL APU.

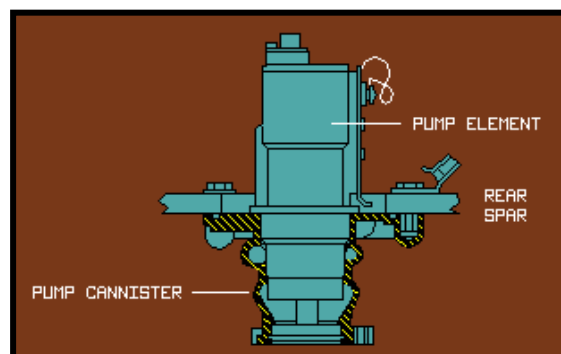
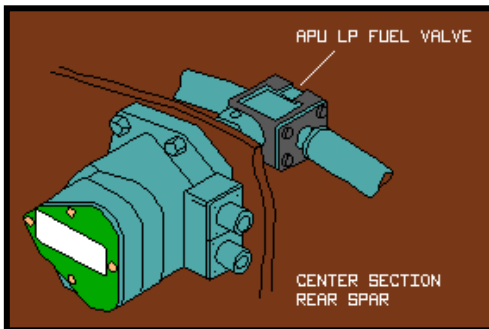


Fig. 1.55 Cobertor de la Bomba del APU.

El cobertor es asegurado a la parte interior de la caja de la defensa posterior del ala con 5 pernos.

Tres de los pernos son usados para asegurar un canal de drenaje a la salida de la defensa posterior para coleccionar cualquier fuga de combustible y desviarlo lejos del área de instalación.

1.3.4.10 VÁLVULA DE BAJA PRESIÓN DE COMBUSTIBLE DEL APU.



Acceso: remover la cubierta 147 AZ.

Fig. 1.56 Válvula de Baja Presión del APU.

1.3.4.11 ACTUADOR DE LA VÁLVULA DE BAJA PRESIÓN DEL APU.

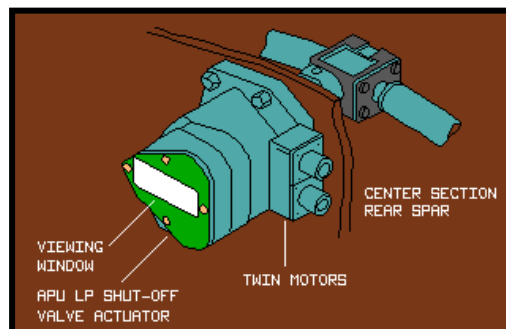


Fig. 1.57 Actuador de la Válvula de Baja Presión de la APU.

El actuador puede ser removido de la válvula sin tener que ser drenado el sistema.

1.4 CARGA Y DESCARGA DE COMBUSTIBLE.

1.4.1 PRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA DE COMBUSTIBLE.

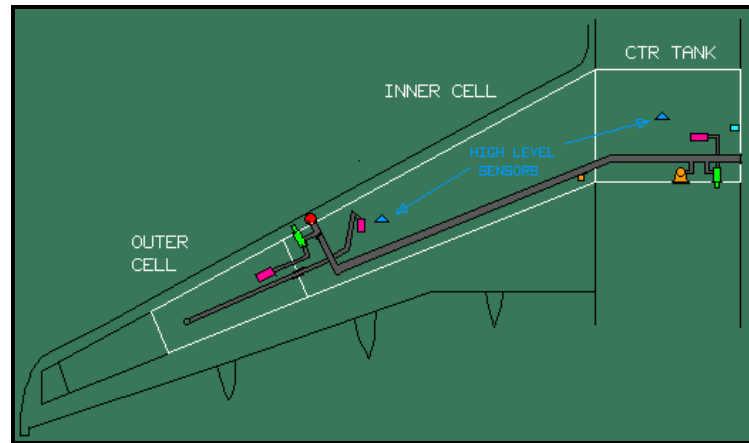


Fig. 1.58 Presentación del Sistema de Carga y Descarga de Combustible.

1.4.1.1 ACOPLE DE CARGA Y DESCARGA DE COMBUSTIBLE.

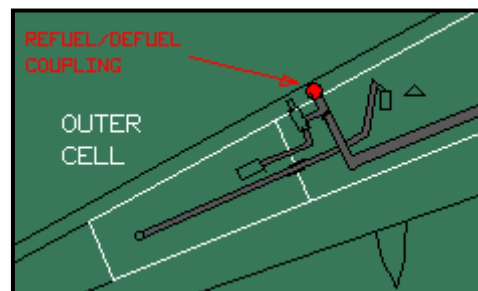


Fig. 1.59 Ubicación del Acople de Carga y Descarga.

La conexión derecha es estándar mientras la conexión izquierda es opcional.

Cuando no se encuentra en uso, la conexión es sellada con una presión al casquete o tapón.

Cuando la puerta del panel de control está abierta, opera un microswitch el cual envía una señal a la FQIC y abastece 28vdc al circuito eléctrico para carga normal de combustible.

Cuando está lleno, el flujo del combustible dentro de la celda interna atraviesa la cañería la cual conecta dos celdas juntas.

Durante un abastecimiento superior de ala, el combustible solamente va dentro del tanque de ala .

1.4.1.2 VÁLVULA DE AIRE DE ENTRADA Y DRENAJE.

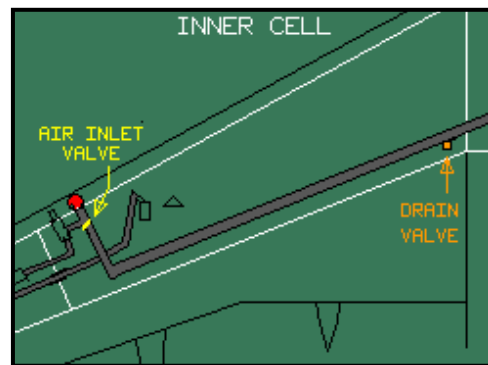


Fig. 1.60 Ubicación de la Válvula de Entrada de Aire y Drenaje.

La válvula de aire de entrada está cerca de la válvula de llenado de la celda interna.

El combustible esta libre para fluir a través de la válvula de drenaje excepto por la línea de presión de descarga de combustible.

1.4.1.3 SENSORES DE ALTO NIVEL DE COMBUSTIBLE.

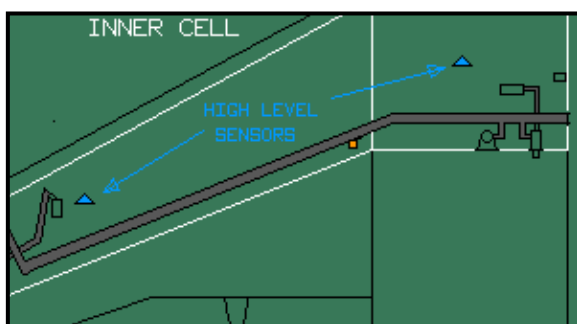


Fig. 1.61 Ubicación de los Censores de Alto Nivel de Combustible.

Un sensor de alto nivel de combustible es instalado en el tanque central y en cada celda interna. Cuando sumerge en combustible la válvula relacionada se cierra.

1.4.1.4 VÁLVULAS DE LLENADO.

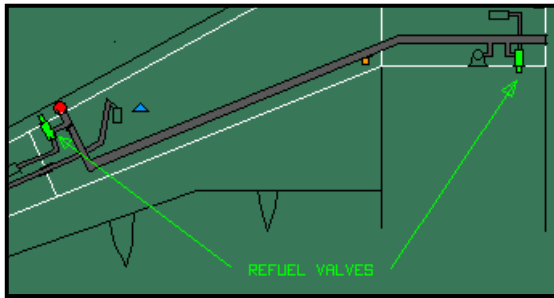


Fig. 1.62 Ubicación de las Válvulas de Llenado.

Todas las válvulas de carga son idénticas e intercambiables.

Pueden ser operadas manualmente, por pulsar un émbolo sobre la válvula identificada.

1.4.1.5 VÁLVULA DE TRANSFERENCIA DE DESCARGA.

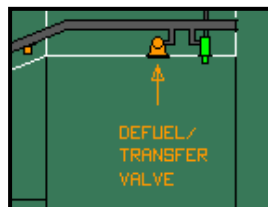


Fig. 1.63 Ubicación de la Válvula de Transferencia

Ésta válvula es controlada desde el panel de transferencia de combustible. Cuando abre, esta conecta la línea de carga de combustible al avión y la línea de abastecimiento de combustible al motor para que sea transferida.

1.4.1.6 DIFUSORES.

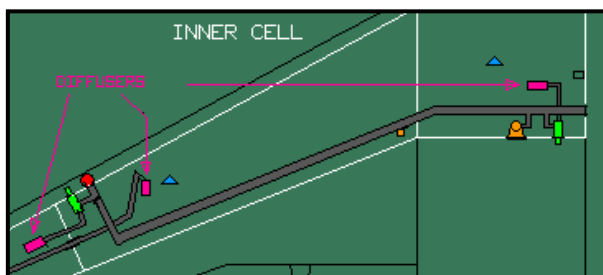


Fig. 1.64 Ubicación de los Difusores.

Son instalados en las líneas de carga de combustible al avión, difunden el combustible dentro de los tanques con un mínimo de turbulencia y energía electroestática.

1.4.1.7 VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN.



Fig. 1.65 Ubicación de la Válvula de Alivio de Presión.

La válvula de alivio de presión aliviará el combustible dentro del tanque de ala derecha en el caso de un sobre flujo en el abastecimiento del tanque central.

1.4.2 PANEL DE CONTROL DE CARGA Y DESCARGA DE COMBUSTIBLE.



Fig. 1.66 Presentación del Panel de Carga y Descarga de Combustible.

1.4.2.1 INDICADOR MÚLTIPLE DE LOS TANQUES.

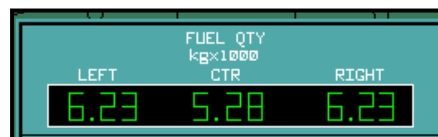


Fig. 1.67 Indicador Múltiple de los Tanques.

Multipantalla que indica la cantidad de combustible de los tanques de las alas y el central.

1.4.2.2 LUCES DE ALTO NIVEL DE COMBUSTIBLE.



Fig. 1.68 Luces de Alto Nivel de Combustible.

Una luz azul de ALTO NIVEL de combustible existe por cada tanque, se enciende cuando el sensor de alto nivel de combustible correspondiente a cada tanque está cubierto. Luego la válvula correspondiente de cada tanque se cerrará.

1.4.2.3 SELECTOR DE LA VÁLVULA DE CARGA DE COMBUSTIBLE.



Fig. 1.69 Selectores de la Válvula de Carga de Combustible.

Hay un selector de la válvula de carga de combustible por cada tanque. Para un abastecimiento automático, los selectores de las válvulas de llenado de combustible se mantienen en posición NORMAL. Para descarga las válvulas no abrirán. Selector abierto: la operación de la válvula de abastecimiento depende de la posición del SELECTOR DE MODO. Con el modo selector en la posición de carga, cada válvula de abastecimiento cierra cuando existe un alto nivel de combustible asociado al tanque correspondiente.

Cuando el selector de la válvula de abastecimiento es colocado en la posición de CORTE, la válvula es cerrada. Esta es independiente de la posición del SELECTOR DE MODO.

1.4.2.4 SELECTOR DE MODO.



Fig. 1.70 Selector de Modo

El SELECTOR DE MODO se mantiene en off.

CARGA: El llenado comienza dependiendo de la posición de la válvula de llenado.

DESCARGA/ TRANSFERENCIA: Para descargar o transferir combustible.
(Seleccionar modo de la válvula a descarga/xfr).

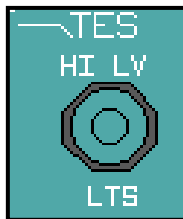
1.4.2.5 LUZ DE ABIERTO.



Confirma que se encuentra abierta la válvula de descarga/transferencia de combustible.

Fig. 1.71 Luz de Abierto.

1.4.2.6 SWITCH DE PRUEBA.



El switch de prueba tiene 2 posiciones.-

Alto Nivel: Comprueba el circuito de alto nivel.

Luces: Filamento de prueba que comprueba todas las luces y cantidad de indicaciones.

Fig. 1.72 Switch de prueba.

1.4.2.7 PRESELECTADO.



Pantalla que presenta la cantidad de combustible en Kg * 1000.

Fig. 1.73 Pre-seleccionado.

1.4.2.8 ACTUAL.



Presenta el total de combustible a bordo.

Fig. 1.74 Actual.

1.4.2.9 SWITCH ROCKER.



Decremento o incremento de la cantidad de combustible pre-selecciona.

Fig. 1.75 Switch Rocker.

1.4.2.10 LUZ DE CONCLUSIÓN.



Confirma que ha concluido el abastecimiento de combustible.

Fig. 1.76 Luz de Conclusión.

1.4.3 PRESENTACIÓN DEL PRE-SELECTOR EN LA CABINA DEL PILOTO.

1.4.3.1 GENERALIDADES.

Desde este pre-selector, la tripulación del avión puede poner la cantidad requerida de combustible durante una operación automática de abastecimiento de combustible.

1.4.3.2 PRE-SELECTOR DE CANTIDAD DE COMBUSTIBLE OPTATIVO EN EL COMPARTIMIENTO DE VUELO.

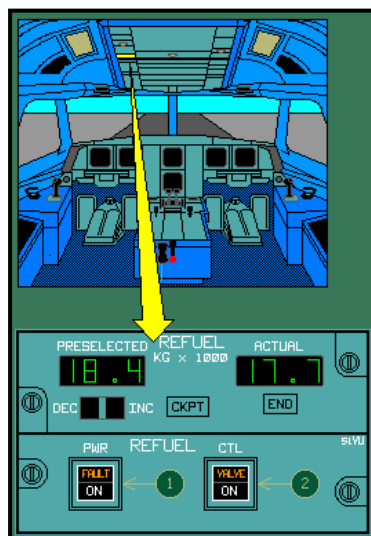


Fig. 1.77 Presentación del pre-selector optativo de Cantidad de Combustible.

1- Accione El Switch (Pwr).-

Energización del circuito de abastecimiento de combustible

- La luz blanca ON se enciende cuando el switch esta accionado.
- La luz ámbar FAULT se enciende cuando el censor de alto nivel presenta una falla. El abastecimiento es cortado.

2- Control (CTL): Switch de Acción

Momentánea.-

Control de operación del abastecimiento de combustible

- La luz blanca ON se enciende cuando el botón es empujado, el botón PWR tiene que estar empujado y los switches de las válvulas de llenado del panel en la barriga del avión en posición NORMAL.
- La luz ámbar se enciende cuando los switches de las válvulas de llenado en el panel de la barriga del avión no están en la posición NORMAL.

1.4.4 OPERACIÓN AUTOMÁTICA DE CARGA DE COMBUSTIBLE.

1.4.4.1 PREPARACIÓN.

Se debe parar el tanquero de combustible a 200 ft. (60m), desde la nariz del avión. Si existe una prueba en el radar de tiempo climático, no abastezca de combustible al avión hasta que la operación haya sido terminada. Antes de iniciar el abastecimiento de combustible usted debe percatarse que el área alrededor del avión sea segura.

El combustible de aviación es sumamente flamable. Por lo tanto las personas en el área de seguridad no deben:

- Fumar.
- Hacer chispas o fuego.
- Usar algún equipo el cual no es aprobado en los procedimientos de abastecimiento de combustible.

Obedezca las precauciones de seguridad en los procedimientos de abastecimiento de combustible.

Asegúrese que el conductor del tanquero haya drenado el agua del tanquero de combustible.

PRECAUCIÓN.- NO USE LOS DOS ACOPLES DE CARGA/DESCARGA DE COMBUSTIBLE AL MISMO TIEMPO. USE SOLAMENTE EL ESPECIFICADO.

PELIGRO.- ASEGURESE QUE TANTO EL TANQUERO DE COMBUSTIBLE COMO EL AVIÓN ESTEN CONECTADOS A TIERRA.

Ponga la plataforma de acceso en el lugar.

Asegúrese que el acople de la manga de abastecimiento este limpia, entonces conéctela al avión.

Energice la red eléctrica del avión.

Abra las puertas de acceso 192 MB. Y asegúrese que el reflector del panel este encendido.

La presión en el abastecimiento en el acople es máximo 50 psi (3.45 bar.).

1.4.4.2 EN EL PANEL 800 VU.

Ponga y sostenga el switch TEST en la posición de luces para:

- Que todo el panel de luces este encendido,
- Que las pantallas de la CANTIDAD DE COMBUSTIBLE y CARGA DE COMBUSTIBLE presenten cuantificaciones.

Libere el switch TEST para:

- Que todo el panel de luces este apagado.
- Que las pantallas de CANTIDAD DE COMBUSTIBLE y ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE presenten las cantidades de los tanques.

Ponga y Sostenga el switch TEST a la posición de ALTO NIVEL para:

- La condición de cambio de las luces de alto nivel; si ellas se encienden, ellas se apagaran y viceversa.

Libere el switch TEST para:

- Volver las luces de alto nivel a sus condiciones iniciales.

1.4.4.3 CARGA AUTOMÁTICA DE COMBUSTIBLE.

La cantidad total requerida de combustible es preseleccionada usando el switch ROCKER para decrementar o incrementar los caracteres hasta que la cantidad total requerida sea presentada en el indicador pre-selector. El total de contenido actualmente en los tanques es presentado en la pantalla ACTUAL.

- Los switches de las VÁLVULAS DE CARGA DE COMBUSTIBLE permanecen en normal (NORM) y protegido.
- Levante la protección y proceda a poner el selector de modo (MODE SELECT) a carga de combustible REFUEL.
- Arranque las bombas en el tanquero de combustible.

Todas las válvulas de carga de combustible abiertas, llena los tanques simultáneamente pero en los tanques del ala, la celda externa llenará antes que la celda interna inicie llenando para asegurar la velocidad máxima de operación (VMO) de los requerimientos encontrados.

Si menos de una carga llena esta asumiéndose, la distribución es en el siguiente orden: celda externa, celda interna, tanque central, dependiendo de la carga de combustible requerido.

En el panel de carga de combustible REFUEL, la luz de fin END enciende cuando el abastecimiento está completo y la cantidad final a bordo será PRESELECCIONADA con una tolerancia de 100 Kg.

- Ponga el switch MODE SELECT a off y pretéjalo.

1.4.4.4 CIERRE DE LA OPERACIÓN.

Cierre la puerta de acceso 192 MB.

Des-energice la red eléctrica del avión.

Desconecte la manguera-acople del tanquero de el avión.

Instale el grillete del acople para el abastecimiento.

Desconecte el cable de tierra del tanquero al avión.

Remueva la plataforma de acceso.

1.4.5 OPERACIÓN MANUAL DE CARGA DE COMBUSTIBLE.

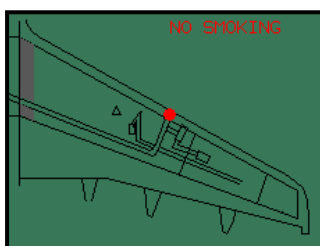


Fig. 1.78 Punto de Operación Manual de Carga de Combustible.

Antes de iniciar con el abastecimiento manual de combustible y luego de la preparación (tomar precauciones de seguridad, energizar la red eléctrica del avión...), algunas pruebas en el panel de carga de combustible tienen que ser realizadas.

Todos los controles necesarios para el abastecimiento manual de combustible están activados.

1.4.6 OPERACIÓN DE DESCARGA DE COMBUSTIBLE.

Para la descarga de combustible: opere el panel de Carga/ descarga de combustible y en la cabina el panel de combustible (FUEL) en la parte alta, mientras se observa la hoja de combustible en el inferior de la pantalla de la unidad ECAM (control centralizado electrónico del avión).

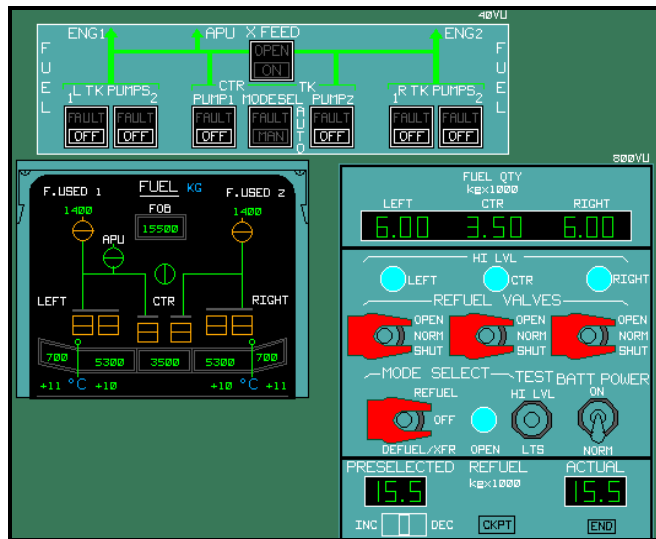


Fig. 1.79 Presentación de los Paneles de Carga y Descarga de Combustible.

Abra la válvula DEFUEL/ TRANSFER.

1.4.7 OPERACIÓN DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE.

Este ejercicio consiste en transferir combustible desde el ala izquierda á el ala derecha hasta que los dos tanques estén iguales.

Abra la válvula DEFUEL/ TRANSFER.

1.4.8 COMPONENTES DEL SISTEMA DE CARGA/DESCARGA DE COMBUSTIBLE.

1.4.8.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.

PELIGRO

Antes de la carga o descarga de combustible usted tiene que asegurar el área alrededor del avión.

En el área de seguridad no se debe:

- Fumar
- Hacer chispas o fuego
- Usar equipo el cual no es aprobado para los procedimientos de carga/descarga de combustible.

El combustible de aviación es flamable.

1.4.8.2 ACOPLE DE CARGA.

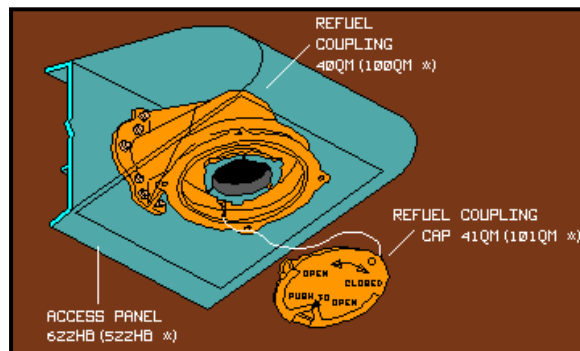


Fig. 1.80 Acople de Carga y Descarga de Combustible.

A 2.5 plgs. Estándar distingue la presión en el acople de carga de combustible que está posicionado en la parte inferior del borde de ataque del ala derecha.

Cuando no está en uso el acople es sellado con una presión en el empaque del grillete.

- Un acople de carga de combustible también es opcional en la parte inferior del borde de ataque del ala izquierda.

1.4.8.3 DIFUSOR.

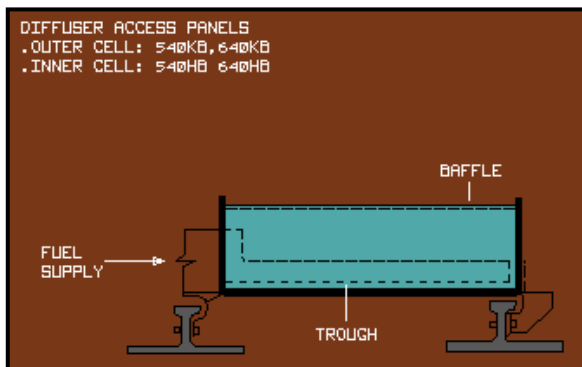


Fig. 1.81 Difusor.

El combustible es arrojado desde la línea de difusión hasta el colector y es desviado por el deflector a través del piso del tanque, con un mínimo de turbulencia y tipo electroestático.

1.4.8.4 VÁLVULA DE DRENAJE DE COMBUSTIBLE.

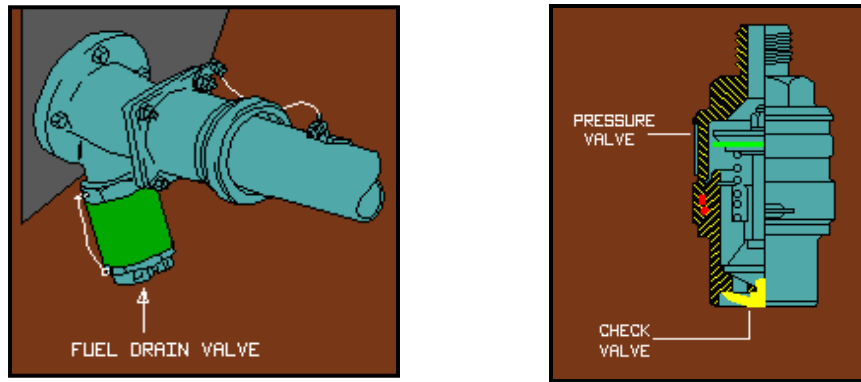


Fig. 1.82 Válvula de Drenaje de Combustible.

La válvula de drenaje de combustible permite drenar el combustible de la línea de carga o abastecimiento de combustible dentro de cada tanque de ala, excepto a menos de la presión de carga/descarga de combustible.

1.4.8.5 VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN DEL TANQUE CENTRAL.

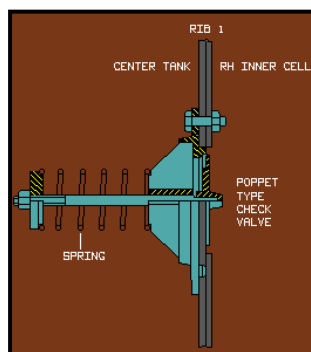


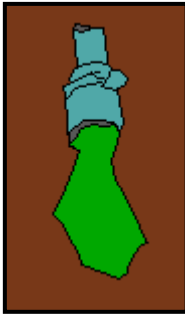
Fig. 1.83 Válvula de Alivio de Presión del Tanque Central.

La válvula de alivio de presión alivia combustible dentro del tanque de ala derecha en el caso de un sobre flujo en el abastecimiento del tanque central.

Remoción/instalación:

- Vacíe los tanques de ala y central.
- Abra las manijas de cubierta 148AZ y 640AB.

1.4.8.6 VÁLVULA CHECK DE LA CAÑERÍA DE DERRAMAMIENTO.



Una válvula check es instalada en cada cañería de derramamiento.

Esta válvula permite que el combustible en la cañería de derramamiento sea drenado a través de este dentro del tanque pero no permite revertir el flujo.

Fig. 1.84 Válvula Check.

1.4.8.7 VÁLVULA DE CARGA DE COMBUSTIBLE.

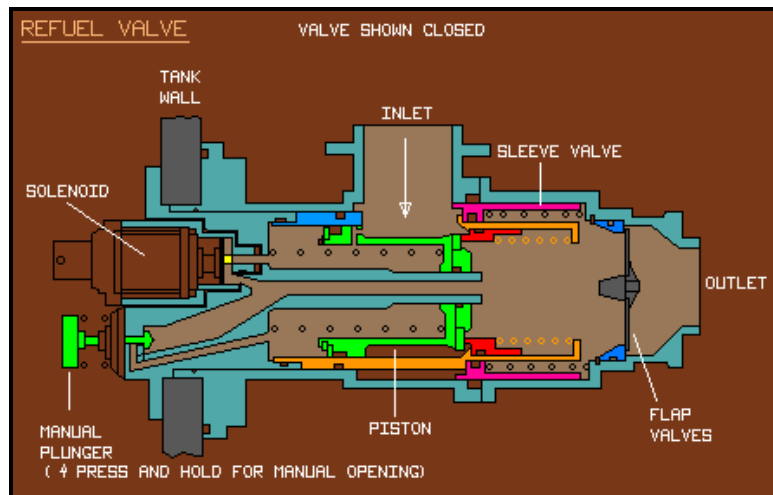


Fig. 1.85 Válvula de Carga de Combustible.

1.4.8.8 CONTENEDOR DE LA VÁLVULA DE CARGA DE COMBUSTIBLE.

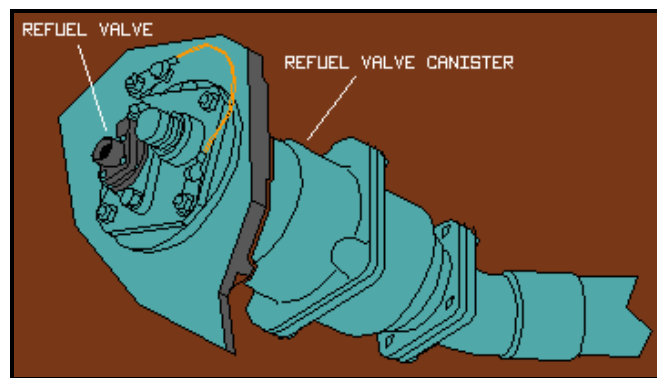
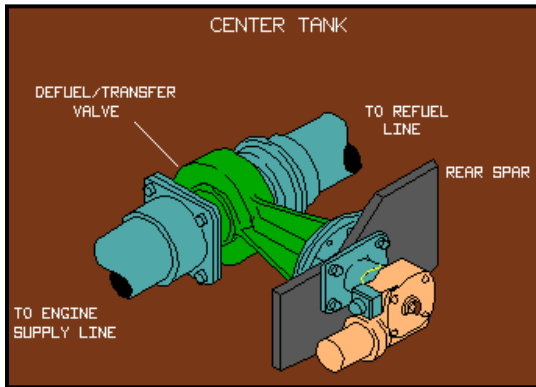


Fig. 1.86 Contenedor de la válvula de Carga de Combustible.

La válvula ensamblada puede ser removida desde el contenedor sin perder o derramar combustible.

1.4.8.9 VÁLVULA DE TRANSFERENCIA DE CARGA DE COMBUSTIBLE.



Cuando abre, la válvula de carga/transferencia de combustible conecta la línea de carga de combustible a la línea de abastecimiento del motor cuando se está cargando o transfiriendo de tanque a tanque.

Fig. 1.87 Válvula de Transferencia.

1.4.8.10 ACTUADOR DE LA VÁLVULA DE CARGA/TRANSFERENCIA.

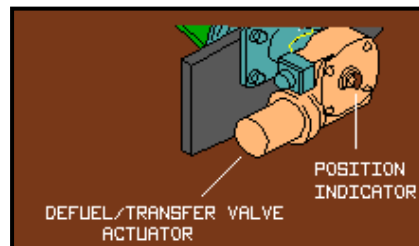


Fig. 1.88 Actuador de la Válvula de Carga/Transferencia.

El actuador es asegurado a este montante por una “V” banda abrazadera.

1.4.8.11 VÁLVULA DE ENTRADA DE AIRE.



Fig. 1.89 Válvula de Entrada de Aire.

La válvula de entrada de aire admite aire dentro de la línea de carga de combustible, para que la línea pueda drenarse.

1.5 INDICADORES DE COMBUSTIBLE.

1.5.1 INDICADORES DE CANTIDAD.

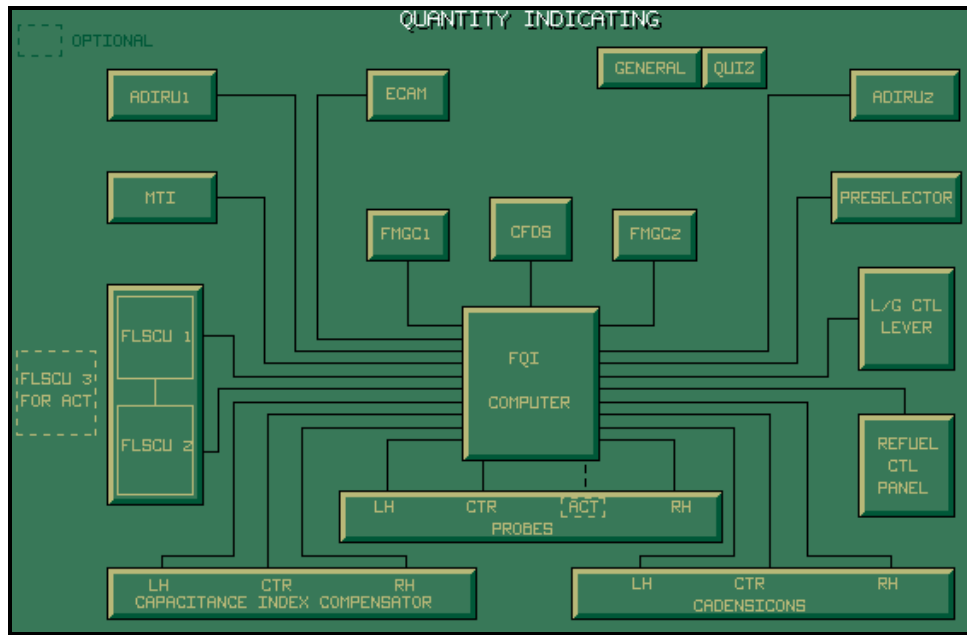


Fig. 1.90 Diagrama de los indicadores de Cantidad de Combustible.

1.5.1.1 GENERALIDADES.

Los sistemas principalmente proporcionan:

- combustible, masa/temperatura medidas y visualización,
- control automático y abastecimiento de combustible del avión,
- integridad de los sistemas usando el BITE (prueba de equipos)
- ARINC 429 (radio aeronáutico incorporado) datos digitales por interfase para otros sistemas.

1.5.1.2 COMPUTADOR FQI (FUEL QUANTITY INDICATOR).

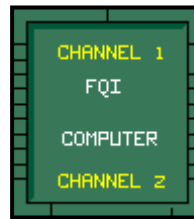


Fig. 1.91 Representación del FQI.

Cada canal calcula las cantidades del tanque y monitorea las del otro; el más exacto es el canal operacional.

Si un canal falla el sistema opera normalmente, pero el CFDS (falla centralizada visualizada en la pantalla del sistema) reportará indicando la falla.

1.5.1.3 SONDAS.



Fig. 1.92 Representación De las Sondas.

Hay 5 sondas en el tanque central, 12 en cada celda interna y 2 en cada celda externa. 2 sondas son localizadas en el tanque central adicional. Si una sola sonda falla (excepto la 13 y 14) no afecta al sistema de indicación.

1.5.1.4 ÍNDICE COMPENSADOR DE CAPACITANCIA.



Fig. 1.93 Representación del Índice Compensador de Capacitancia.

El índice compensador de capacitancia (CIC) es la parte baja de una de las sondas bajas de combustible en cada celda interna del ala y el tanque central; y tiene una doble operación:

- Medir la constante dieléctrica del combustible cuando está cubierto totalmente por combustible,
- Una sonda de combustible cuando no está completamente cubierta por combustible.

1.5.1.5 CADENCIA.



Fig. 1.94 Representación del Icono de Cadencia de Combustible.

Una cadencia es instalada sobre el piso de cada tanque y consiste de dos sensores; una midiendo la densidad y la otra el constante dieléctrico del combustible, ambos parámetros son usados para calcular la cantidad de combustible.

1.5.1.6 FLSCU (FUEL LEVEL SENSING CONTROL UNIT).

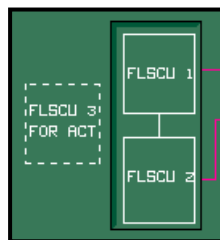


Fig. 1.95 Representación Del FLSCU.

- Sensores de alto nivel en cada tanque, envían una señal a la FQI computadora, vía el FLSCU.
- La prueba es iniciada vía la computadora FQI y el FLSCU. El estado del sensor y sistema son enviados desde el FQI a el CFDS.

1.5.1.7 PANEL DE CONTROL DE CARGA DE COMBUSTIBLE.

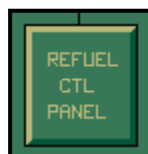


Fig. 1.96 Representación DEL Panel de Control de Carga de Combustible.

Cuando el switch selector MODE en el panel de control carga/descarga de combustible a sido puesto a la posición carga, el FQI primero asegura que sea físicamente posible tomar la preselección de la cantidad de combustible en el avión. Durante la operación automática de carga de combustible el FQI monitorea la densidad de combustible en cada tanque y la distribución de la carga.

1.5.1.8 MTI (MULTI – TANK INDICATOR)



Fig. 1.97 Representación del MTI.

Es una pantalla en donde se presenta la cantidad de combustible existente en cada tanque.

1.5.1.9 PRESELECTOR.



Fig. 1.98 Representación del Pre-selector.

El pre-selector presenta las cantidades de combustible pre-seleccionadas total y actual monitoreada por el computador.

1.5.1.10 PALANCA DE CONTROL DEL TREN DE ATERRIZAJE.



Fig. 1.99 Representación de la Palanca de Control del Tren de Aterrizaje.

El FQI recibe información de tierra desde el tren de aterrizaje, cuando este selectazo DOWN con el avión en gatas.

Esta señal es usada para proveer abastecimiento eléctrico al FQI en esta configuración específica.

1.5.1.11 UNIDAD DE REFERENCIA DATOS/INERCIA AÉREA (ADIRU).



Fig. 1.100 Representación del ADIRU1.

El ADIRU envía informaciones de actitud de aceleración. Normalmente, efectos de actitud, cambios en aceleración, la inclinación efectiva y los ángulos de rol que son calculados de el peso del combustible para cada sonda y el conocimiento de la geometría de los tanques guardados en la memoria del computador.

1.5.1.12 PANTALLA DEL SISTEMA CENTRALIZADO DE FALLA (CFDS).



Fig. 1.101 Representación.

La pantalla del sistema centralizado de falla (CFDS) monitorea las condiciones de falla y preparación de prueba de equipos BITE.

1.5.1.13 DIRECCIÓN DE VUELO Y COMPUTADORAS GUÍA (FMGC).



Fig. 1.102 Representación del FMGC.

Los parámetros de combustible son enviados a los conductores de vuelo y computadores guía (FMGC) para navegación.

1.5.1.14 MONITOR ELECTRÓNICO CENTRALIZADO DEL AVIÓN (ECAM).



Fig. 1.103 Representación del ECAM.

Procesa la cantidad total e individual de combustible en los tanques, ésta información es enviada a la unidad de la pantalla ECAM.

1.5.2 MANUAL DE DIMENSIONES.

1.5.2.1 LOCALIZACIÓN DEL INDICADOR MAGNÉTICO DE NIVEL DE COMBUSTIBLE.

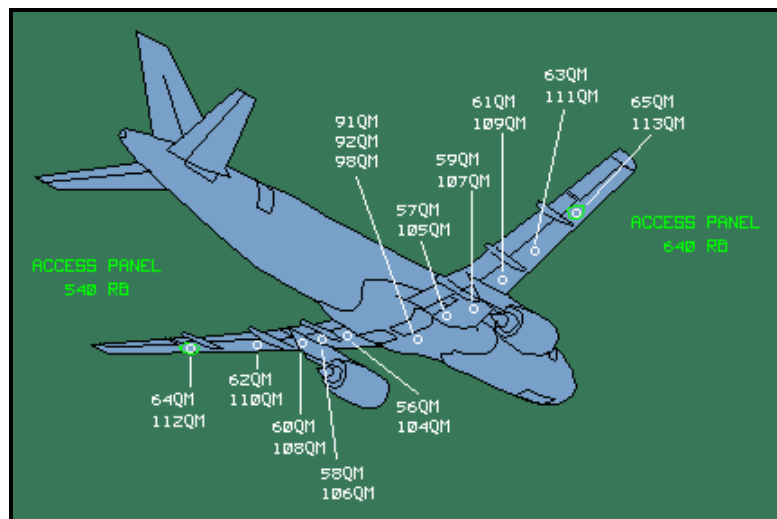


Fig. 1.104 Localización del Indicador Magnético de Nivel de Combustible.

Un indicador magnético manual (MMI) es instalado en el tanque central y cinco en cada tanque de ala:

4 en cada celda interna.

1 en cada celda externa.

1.5.2.2 OPERACIÓN DEL INDICADOR MAGNÉTICO DE NIVEL DE COMBUSTIBLE.

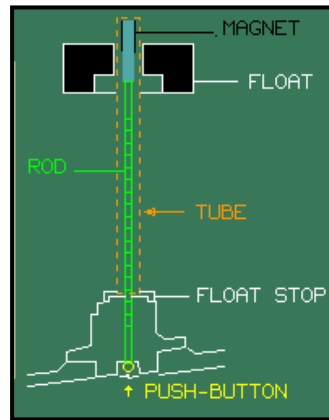


Fig. 1.105 Indicador Magnético de Nivel de Combustible.

Para medir la cantidad de combustible, el indicador magnético de nivel de combustible tiene que ser desbloqueado.

Para lograr esto, use un destornillador para pulsar al aplicable MMI y gire 90 grados.

Sostenga y cuidadosamente baje el MMI totalmente.

Entonces cuidadosamente levante el MMI hasta que usted sienta el imán. Lea la marca de la unidad cercana al botón de la piel del ala y escriba abajo el número. Regrese el MMI y use un destornillador para girar en sentido horario 90 grados para asegurar.

Use la tabla para la aplicabilidad de actitud del avión y la aplicabilidad de la cantidad especificada en la tarjeta del MMI para encontrar el volumen de combustible en cada tanque.

1.5.2.3 MONITOR DE POSICIÓN.

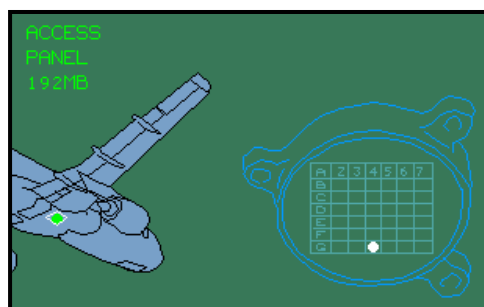


Fig. 1.106 Monitor de Posición.

El monitor de posición es un nivel circular con una superficie graduada. Cada cuadrícula del cuadrado es igual a 5 grados de cambio de actitud o posición.

La posición de la burbuja en relación a las cuadrículas indican la posición del avión.

1.5.2.4 TABLAS DE CANTIDAD DE COMBUSTIBLE.

unidades marcadas en la barra graduada extraíble del MMI.

NUMERO DEL INDICADOR MANUAL MAGNETICO MMI.

FUERA DE NIVEL POSICION DEL AVION

EN EL EJE DE INCLINACION Y ROLL (DESDE EL MONITOR DE POSICION)

| STICK N°. | ATTITUDE MONITOR READING | | | | | | |
|-----------|--------------------------|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|
| | A LEFT WING | | | G RIGHT WING | | | |
| UNITE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Nº. 5 | | | | | | | |
| 2 | 650 | 600 | 550 | 550 | 550 | 500 | 500 |
| 4 | 700 | 650 | 650 | 600 | 600 | 550 | 550 |
| 6 | 750 | 700 | 700 | 650 | 650 | 650 | 600 |
| 8 | 750 | 750 | 750 | 750 | 700 | 700 | 700 |
| 10 | 800 | 800 | 800 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| 12 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| 14 | 850 | 850 | 850 | 850 | 850 | 850 | 850 |

Fig. 1.107 Tabla de Cantidad de Combustible

La posición del avión, la densidad del combustible y la lectura en la etiqueta de medida permite que la cantidad de combustible en cada tanque se lea usando el FUEL QUANTITY TABLES.

Ahora supongamos que el MMI es cinco, la marca es “8”, si la burbuja en el monitor de actitud o posición presenta “4G”, el resultado es 750 litros.

1.5.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE INDICACIÓN DE CANTIDAD DE COMBUSTIBLE.

1.5.3.1 SONDAS DE CANTIDAD DE COMBUSTIBLE.

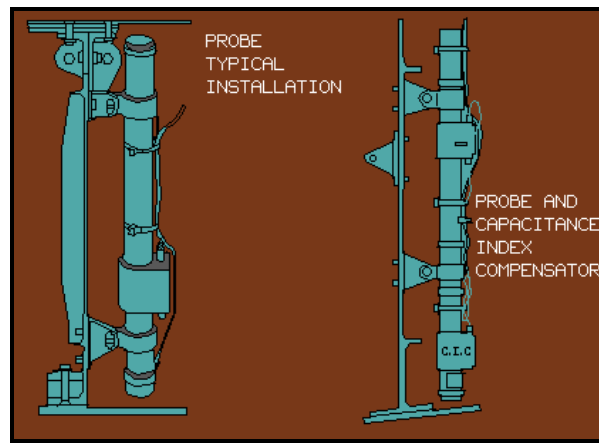


Fig. 1.108 Sondas de Cantidad de Combustible.

Las sondas de combustible son instaladas para asegurar que al menos una sonda este siempre penetrando la superficie del combustible utilizable.

1.5.3.2 SENSOR DE CADENCIA DE COMBUSTIBLE.

Cada sensor de cadencia contiene 2 sensores cubiertos por combustible.

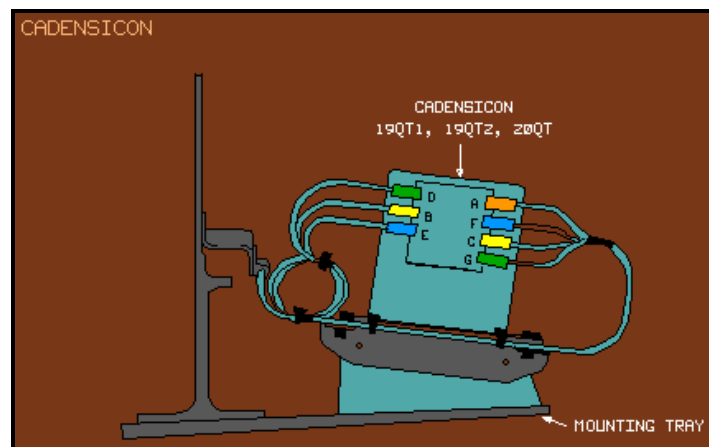


Fig. 1.109 Censor de Cadencia de Combustible.

Un capacitor firme cubierto por combustible es la primera fuente de la constante dieléctrica del combustible en cada tanque y un flotador densímetro mide la densidad del combustible.

Ambos parámetros son usados para calcular la cantidad del combustible. Como el grado de densidad del combustible en uso cambia con la temperatura, un termistor de combustible hace una concesión por la variación de temperatura.

1.5.3.3 PRESELECTOR DE LA CANTIDAD DE COMBUSTIBLE.



Fig. 1.110 Preselector de la Cantidad de Combustible.

Cada pantalla LED (diodo emisor de luz) presenta la cantidad de combustible en Kg*1000. El preselector tiene el mismo contenido que la operación del BITE los cuales son controlados por el FQI, por el proporcionador de datos a través del ARINC (radio aeronáutico incorporado) unido a la barra de datos.

1.5.3.4 INDICADOR MULTI-TANQUES.

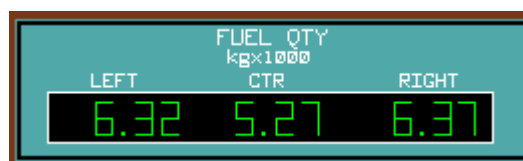


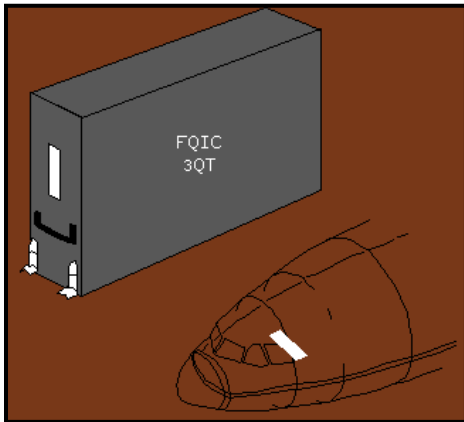
Fig. 1.111 Indicador Multi-Tanques.

Cada pantalla presenta la cantidad de combustible en Kg*1000.

La pantalla es encuadrada a la derecha y el cero en la columna nunca es presentado. Si la masa de combustible es menos que 1000Kg, la pantalla presentara una lectura "0".

Si una ARINC 429 falla o una falla en proceso interno ocurre, el MTI (indicador multi-tanque) borrará todas las pantallas.

1.5.3.5 COMPUTADORA DE INDICACIÓN DE CANTIDAD DE COMBUSTIBLE (FQIC).-



La FQI es una de las 3 MCU (unidad de control master) y es conectada al alambrado eléctrico del avión a través de un conector ARINC600.

Fig. 1.112 FQIC.

1.5.3.6 MÓDULO DE MEMORIA.

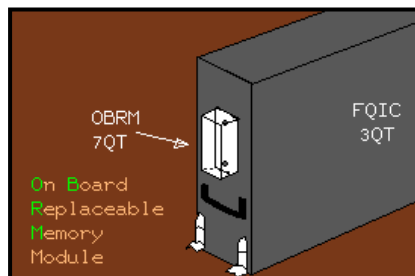


Fig. 1.113 Módulo de Memoria.

El conector plug es polarizado para prevenir daños causados por una incorrecta instalación.

El FQIC usa el OBRM (modulo reemplazable a bordo) (EPROM) memoria solo de lectura programable borrable; para asegurar que el hardware de la computadora sea compatible con la FQIS.

1.5.3.7 INDICADOR MAGNÉTICO MANUAL (MMI).

1.5.3.7.1 OPERACIÓN.

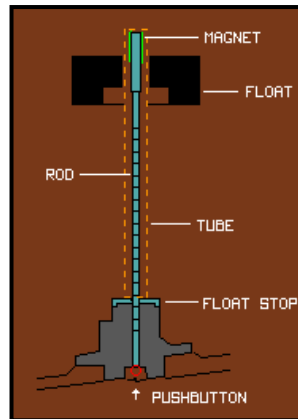


Fig. 1.114 Indicador Magnético Manual.

- Presione en el (pushbutton) y gire un cuarto de vuelta en cada dirección para sacar la vara.
- Retire la vara ligeramente hasta que la atracción magnética se sienta.
- Lea el nivel de combustible sobre la graduación de la vara al punto que coincida con la mira del cuello.
- Usando esta lectura, la gravedad específica de combustible y la actitud del avión, se calcula la cantidad de combustible en el tanque utilizando las tablas.
- Reemplace la vara del indicador resbalándolo en el tubo y asegúrelo dando un cuarto de vuelta.

1.5.3.7.2 PRECAUCIÓN.

Usted puede causar fácilmente daños en el indicador magnético de combustible. No toque o pulse contra ellos cuando este en el tanque de combustible.

1.5.4 COMPONENTES DE LOS CENSORES DE NIVEL DE COMBUSTIBLE.

1.5.4.1 DESCRIPCIÓN.

- Todos los sensores son similares en construcción.
- El sensor de nivel contiene un termistor y un fusible de seguridad.
- Los sensores de temperatura contienen un alambre resistor de platino y un fusible de seguridad.

1.5.4.2 OPERACIÓN.

- Cuando el sensor termistor es expuesto al aire, su temperatura aumenta por la aplicación de corriente.
- Cuando se sumerge, la alta conductividad termal del combustible en comparación con el aire, causan que la temperatura del termistor descienda.

1.5.4.3 CENSOR DE ALTO NIVEL.

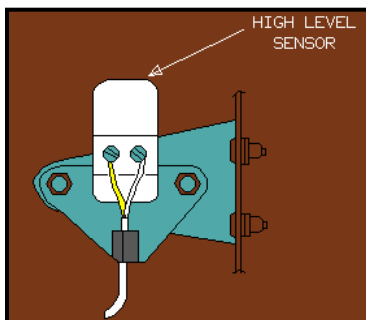


Fig. 1.115 Censor de Alto Nivel.

Cuando es sumergido en combustible cada sensor de alto nivel señala su sociedad con la válvula de abastecimiento de combustible para cortar.

1.5.4.4 CENSOR DE BAJO NIVEL DE COMBUSTIBLE.

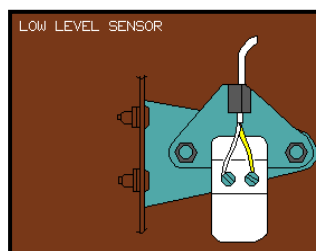
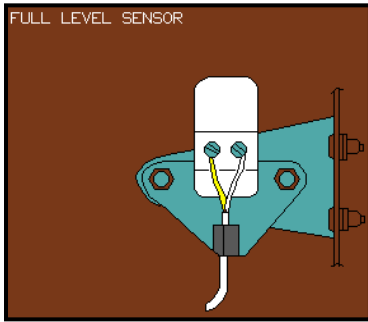


Fig. 1.116 Censor de Bajo Nivel de Combustible.

Dependiendo en su instalación, los sensores de bajo nivel controlan respectivamente las bombas del tanque central o la operación de las válvulas de transferencia de la celda externa.

1.5.4.5 CENSOR DE NIVEL LLENO.



El sensor de nivel lleno de combustible supervisa el IDG (generador de conducción integrada) de la operación de enfriamiento de combustible.

Fig. 1.117 Censor de Nivel Lleno.

1.5.4.6 CENSOR DE NIVEL MEDIO.

Los sensores de nivel medio controlan la operación de las bombas del tanque central.

1.5.4.7 CENSOR DE SOBRE FLUJO.

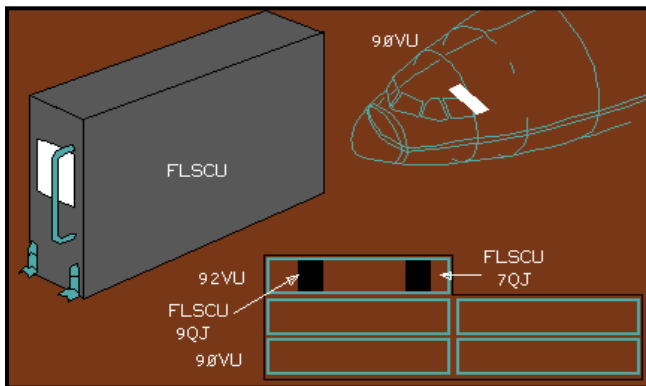
Este sensor detecta si el combustible del tanque de ala presenta sobre flujo dentro del surge tanque.

1.5.4.8 CENSOR DE TEMPERATURA DEL TANQUE DE ALA.

El sensor de temperatura es similar al sensor de nivel pero tiene un alambre resistor de platino en lugar del termistor.

R = 1000 Homs a 0°C.

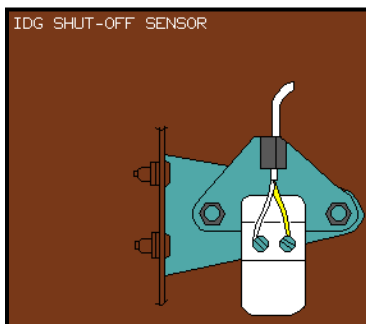
1.5.4.9 UNIDAD DE CONTROL DE LOS CENSORES DE NIVEL DE COMBUSTIBLE.-



Cada unidad contiene un canal para cada sensor de nivel y temperatura de combustible. El BITE para revisar la entrada y salida del circuito del sensor es controlado y monitoreado por el FQIC.

Fig. 1.118 FLSCU.

1.5.4.10 CORTE DEL GENERADOR DE CONDUCCIÓN INTEGRADA (IDG).



A causa del estado se combustible bajo, el IDG de enfriamiento de combustible.

Fig. 1.119 Censor de Corte del IDG.

1.6 PRACTICAS DE MANTENIMIENTO.

1.6.1 PAGINAS ESPECÍFICAS.

1.6.1.1 PRESENTACIÓN DE LA PAGINA ESPECIFICA CFDS (CENTRALIZED FAULT DISPLAY SYSTEM).

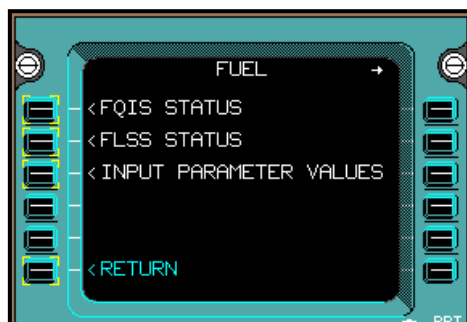


El combustible es un sistema “tipo 1” y no esta disponible en el modo “BACKUP” (auxiliar) del CFDS.

Fig. 1.120 Presentación de la Página Especifica CFDS.

Usted puede seleccionar:

- Página siguiente.-



Usted puede seleccionar:

- estado del FQIS
- estado del FLSS
- valores de los parámetros de entrada.

Fig. 1.121 Presentación de la Página Siguiente 1.

Selectando FQIS STATUS tenemos:

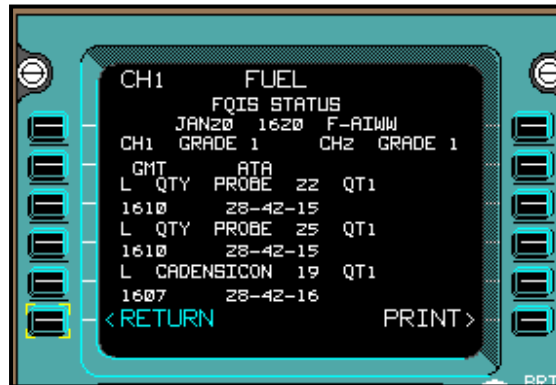


Fig. 1.122 Presentación de la Página Siguiete 2.

Todas las clases de fallas son reportadas.

El grado de operación para cada canal es presentado y descifrado como sigue:

- GRADO 1: operación normal,
- GRADO 2: operación normal,
- GRADO 3: operación normal con exactitud reducida.
- GRADO 4: fuera de operación normal, (pantalla en blanco),
- GRADO5: rendimiento del FQIC.

Selecta retorno.

Selectando FLSS STATUS tenemos:

BITE (built-in equipment test).

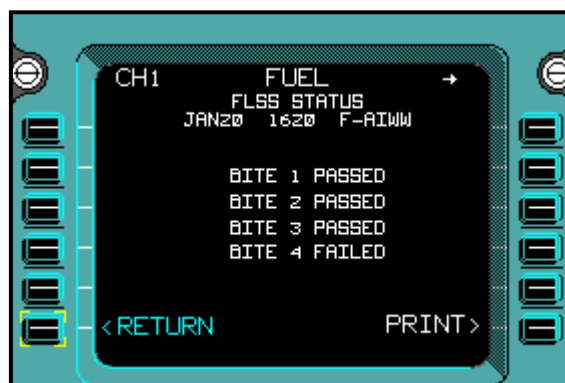


Fig. 1.123 Presentación de la Página Siguiete3.

BITE 1- sensores de alto nivel, sensores del tanque surge.

BITE 2- Válvula posterior de transferencia intercelda, algún sensor de bajo nivel.

BITE 3- sensores de vaciado de la celda externa, sensores de bajo nivel restante, válvulas delanteras de transferencia intercelda.

BITE 4- sensores de llenado y vaciado de la celda interna, circuitos lógicos de control, sensores de temperatura.

Seleccionando NEXT PAGE para las BITE 4 de las LRUs. (Line replaceable unit).-

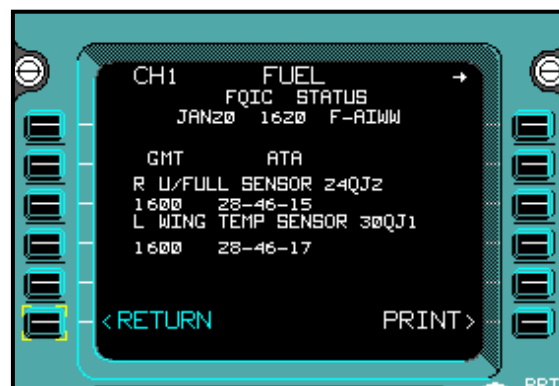


Fig. 1.124 Presentación de la Página Siguiente.

Ejemplo: BITE 4 ha fallado:

- El sensor de vaciado derecho y el sensor de temperatura tiene falla.

NOTE: Las válvulas de transferencia intercelda son reportadas bajo el estado del FQIS. Los resultados de los estados del FLSS son solamente guardados en el canal que esta tomado.

Selecta RETURN.

Selectando INPUT PARAMETER VALUES tenemos:

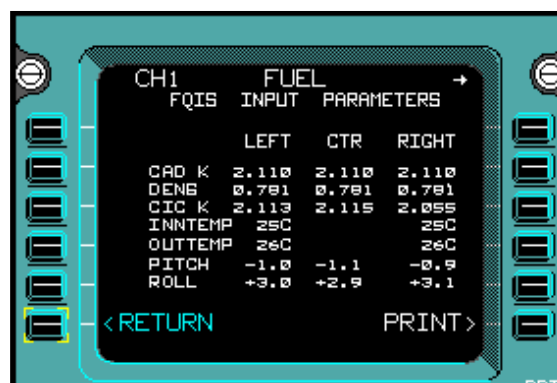


Fig. 1.125
Presentación de la
Página Siguiente5

La siguiente información es proporcionada:

- permutabilidad calculada de cadencia,
- densidad calculada de cadencia,
- permutabilidad calculada de CIC (costumer information control),
- temperatura del combustible en la celda externa e interna,
- actitudes efectivas de roll y pitch.

Seleccione la página siguiente.-

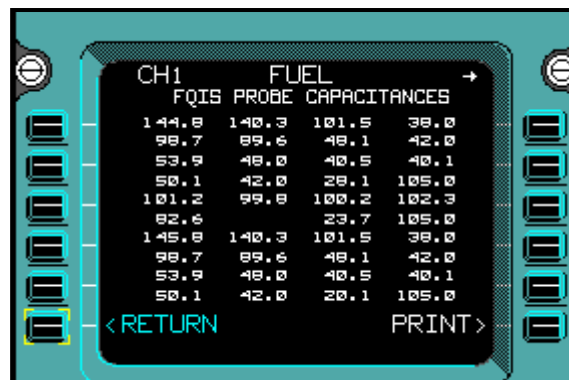


Fig. 1.126 Presentación de la Página Siguiete6.

Esta página da los valores para todas las capacidades del dispositivo en los tanques.

Selectando → se obtendrá detalles de la prueba de capacidades presentada en el MCDU (multipurpose control&display unit).

Tabla 1.3 Pagina de Valores para las Capacidades Utilizables de los Tanques.

| | | | | | |
|---------------|-------|-------|----------|-------|----------------|
| | 144.8 | 140.3 | 101.5 | 38.0 | |
| L wing probes | 98.7 | 89.6 | 48.1 | 42.0 | |
| | 53.9 | 48.0 | 40.5 | 40.1 | |
| | 50.1 | 42.0 | 28.1 | 105.0 | L |
| CTR probes | 101.2 | 99.8 | 100.2 | 102.3 | |
| | 82.6 | | CTR 23.7 | 105.0 | CTR CADENSICON |
| | 145.8 | 140.3 | 101.5 | 38.0 | |
| R wing probes | 98.7 | 89.6 | 48.1 | 42.0 | |
| | 53.9 | 48.0 | 40.5 | 40.1 | |
| | 50.1 | 42.0 | R 20.1 | 105.0 | R |
| | | | CIC | | |

Por ultimo Selectando RETURN nuevamente vuelve a la página principal.

1.7 PRUEBAS OPERACIONALES.

1.7.1 REPORTE DE ESTADO (BITE) DEL FQIC.



Fig. 1.127 Presentación de Equipos de Apoyo para el Avión.

El estado del avión es:

- en tierra,
- con calzos en las llantas,
- con el dispositivo del tren de aterrizaje seguro,
- conectado a tierra,
- planta eléctrica disponible.

NOTA:

- en orden de desempeño del trabajo, por favor abra su documentación en la página correspondiente,
- si necesita saber cuál es el módulo de trabajo,

Seleccione el botón? en la tool box (caja de herramientas) en la parte superior izquierda de la pantalla.

- *Cuando esté listo, seleccione bajo la flecha solamente.*

PELIGRO: Ponga los dispositivos de seguridad y los avisos de peligro en posición antes de iniciar un trabajo en el área:

- los controles de vuelo
- las superficies de vuelo
- los trenes de aterrizaje y las compuertas relacionadas
- componentes que se muevan.

Asegúrese que los seguros en tierra estén en posición en los trenes de aterrizaje.

Supongamos que los peligros y precauciones tengan que ser seguidas. Las barreras de seguridad están en posición.

1.8 DISEÑO.



Fig. 1.128 Diseño y Fabricación Asistidos por Ordenador.

El mundo de la alta tecnología nunca hubiera existido de no ser por el desarrollo del ordenador o computadora.

Toda la sociedad utiliza estas máquinas, en distintos tipos y tamaños, para el almacenamiento y manipulación de datos. Los equipos informáticos han abierto una nueva era en la fabricación gracias a las técnicas de automatización, y han permitido mejorar los sistemas modernos de comunicación. Son herramientas esenciales prácticamente en todos los campos de investigación y en tecnología aplicada.

1.8.1 AUTOCAD 2002.

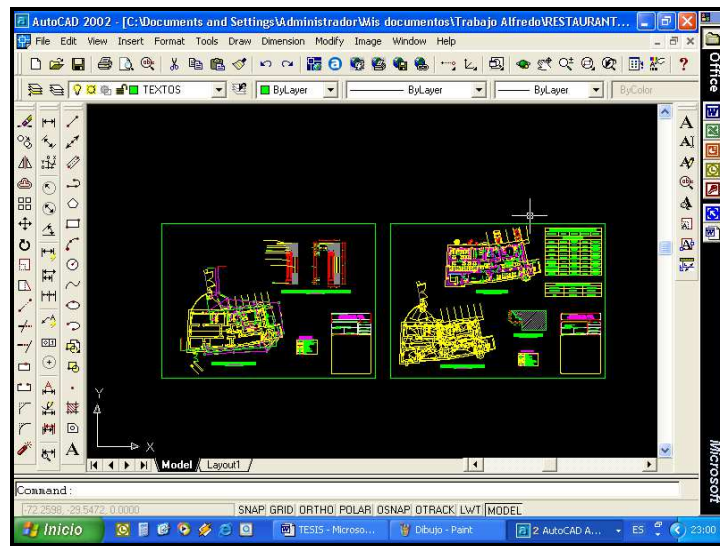


Fig. 1.129 Pantalla Principal AutoCAD 2002

Del mismo modo que los ordenadores se emplean en gestión para procesar información, pueden usarse para almacenar, recuperar, manipular y representar información gráfica aun, a velocidad y precisión inigualable, para que el diseñador, proyectista o ingeniero pueda hacer un mismo trabajo en menor tiempo, mejorando así la calidad del producto y permitiendo optimizar el uso de energía, materiales y personales de fabricación.

Cuando se vinculan registros de bases de datos a los objetos gráficos de un dibujo, se pueden utilizar consultas de bases de datos avanzadas para filtrar y ordenar la información. Los resultados de una consulta pueden mostrarse de manera gráfica.

AutoCAD cuenta con la función OLE de Windows puede copiar o desplazar información de una aplicación a otra y, simultáneamente, conservar la capacidad de modificar la información en la aplicación original.

1.8.2 FLASH MX.

El flash MX, siendo un programa de animación puede ser usado para realizar gráficos, pero, este se inclina más a la animación, sus barras de diseño no son completas como otros programas.

1.9 ANIMACION.

Creación de la ilusión de movimiento al visionar una sucesión de imágenes fijas generadas por ordenador. Antes de la llegada de las computadoras, la animación se realizaba filmando secuencias dibujadas o pintadas manualmente sobre plástico o papel, denominados celuloideos; cada fotograma se creaba de manera independiente. Al principio, las computadoras se utilizaron para controlar los movimientos de la obra artística y simular la cámara.

La animación informática también se puede utilizar para crear efectos especiales y para simular imágenes imposibles de generar con otras técnicas.

La animación informática también puede generar imágenes para obtener datos científicos; así, se ha utilizado para visualizar grandes cantidades de datos en el estudio de las interacciones de sistemas complejos, como la dinámica de fluidos.

1.9.1 FLASH MX.

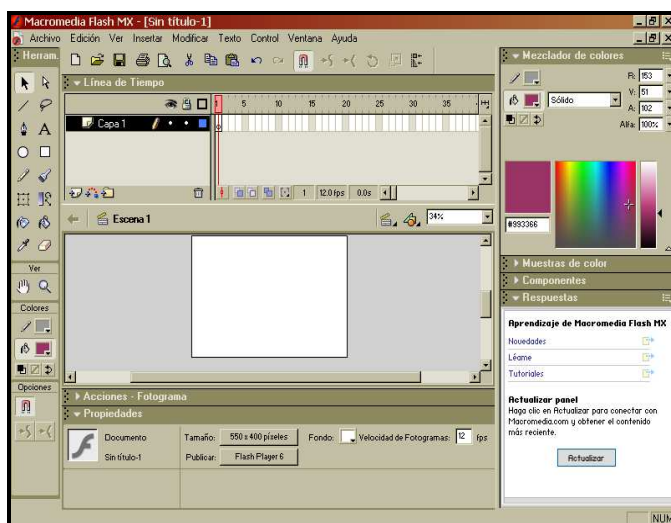


Fig. 1.130 Pantalla Principal Flash MX

Macromedia Flash MX es la herramienta estándar de edición profesional para la creación de publicaciones web de gran impacto. Tanto si se crea logotipos animados, controles de navegación de sitios web y animaciones de gran formato.

Descubrirá que por su capacidad y flexibilidad, Flash es el medio ideal para desarrollar su propia creatividad.

La animación fotograma por fotograma cambia el contenido del escenario en cada fotograma y es ideal para las animaciones complejas en las que la imagen cambia en cada fotograma en lugar de moverse por el escenario. Este tipo incrementa el tamaño del archivo con mayor rapidez que la animación interpolada. En la animación fotograma por fotograma, Flash guarda los valores de los fotogramas completos. Para obtener información sobre las animaciones fotograma por fotograma.

Las escenas de los documentos de Flash pueden constar de varias capas. Utilice capas y carpetas de capas para organizar los componentes de las secuencias de animación y para separar objetos animados de forma que no se borren, conecten ni segmenten entre sí. Si desea que Flash interpole el movimiento de varios grupos o símbolos a la vez, cada uno debe estar en una capa distinta. Normalmente, la capa del fondo contiene ilustraciones estáticas, mientras que el resto de las capas contienen un objeto animado cada una.

1.9.2 VISUAL BASIC.

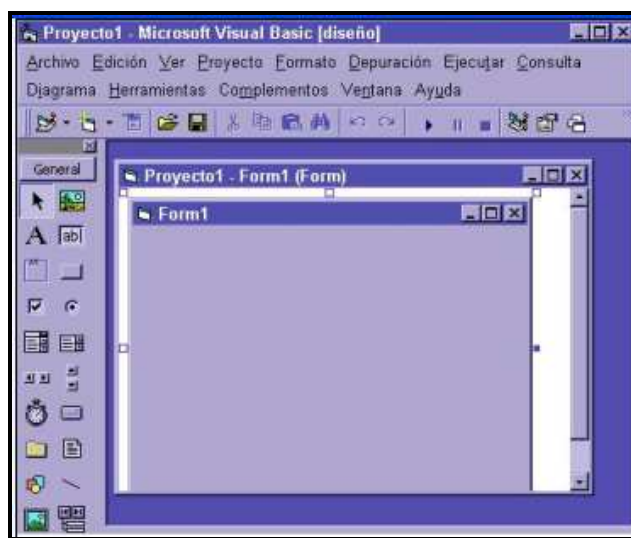


Fig. 1.131 Pantalla Principal Visual Basic.

Este programa sirve para realizar una serie de movimientos de tendencia mecánica, crear ventanas, botones, menús; a conveniencia del usuario, pero su punto débil es que tiene un solo lenguaje de programación.

Para esta herramienta de programación se requiere dos procedimientos básicos:

- Realizar la programación para una respuesta ante los distintos eventos del mismo.
- Diseñar y preparar la parte gráfica como botones, menús o formularios.

1.9.3 ADOBE ILLUSTRATOR.

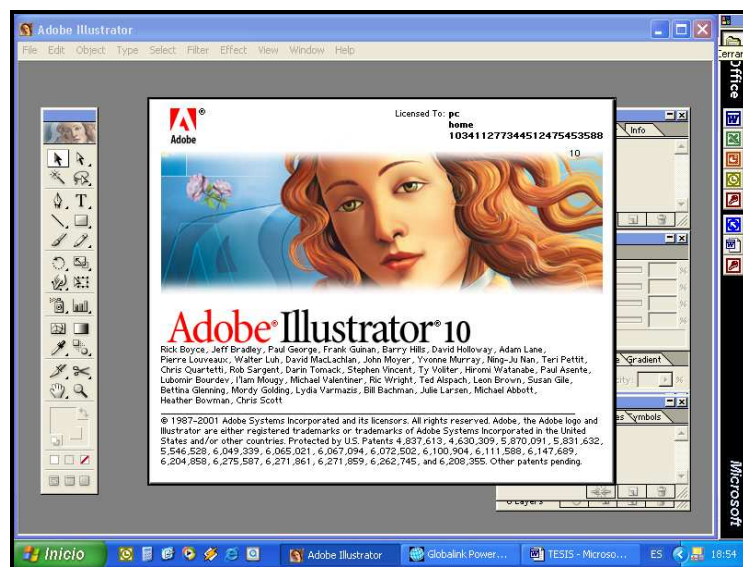


Fig. 1.132 Pantalla Principal Adobe Illustrator.

Los gráficos de la computadora entran en dos categorías principales--los gráficos vectoriales y imágenes de mapa de Bits. Entendiendo la diferencia entre las dos ayudas como usted cree, edite, e importe gráficos.

En Illustrator el tipo de imagen gráfica puede tener los efectos importantes en su flujo de trabajo. Por ejemplo, algunos formatos del archivo sólo apoyan las imágenes de mapa de bits, y otros sólo gráficos vectoriales. Los tipos de la imagen gráfica son particularmente importantes cuando se importan o se exportan

las imágenes gráficas para y desde el Ilustrador. No pueden revisarse las imágenes de mapa de bits unidas en Ilustrador. Los formatos gráficos también afectan cómo se aplican los comandos y pueden aplicarse filtros a las imágenes; algunos filtros en Ilustrador sólo trabajarán con las imágenes de mapa de bits.

CAPÍTULO II

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

2.1 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS.

La selección de alternativas partirá de dos cuantificaciones:

- Alternativas de diseño gráfico.
- Alternativas de secuencia de animación.

2.1.1 ALTERNATIVAS DE DISEÑO GRÁFICO.

- a.- Diseño gráfico en AutoCAD.
- b.- Diseño gráfico en Flash MX
- c.- Diseño gráfico en Paint Shop.

2.1.2 ALTERNATIVAS DE SECUENCIA DE ANIMACIÓN.

- a.- Animación mediante Visual Basic.
- b.- Animación mediante Adobe Illustrator.
- c.- Animación mediante Flash MX

2.2 ESTUDIO TÉCNICO.

Previo al estudio técnico del diseño gráfico se maneja dos conceptos fundamentales:

2.2.1 GRAFICOS VECTORIALES.

También conocidos como gráficos orientados a objetos, son el segundo gran grupo de imágenes digitales. Son más simples que los gráficos de mapas de bits, ya que en ellos las imágenes se almacenan y representan por medio de trazos geométricos controlados por cálculos y fórmulas matemáticas, tomando algunos puntos de la imagen como referencia para construir el resto.

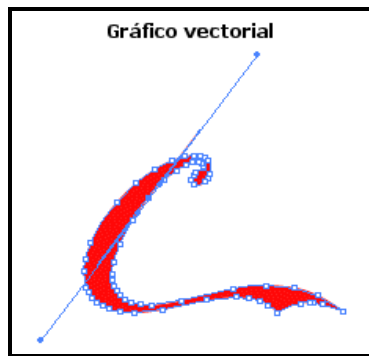


Fig. 2.1 Grafico Vectorial.

Por lo tanto, las imágenes en los gráficos vectoriales no se construyen píxel a píxel, sino que se forman a partir de vectores, objetos formados por una serie de puntos y líneas rectas o curvas definidas matemáticamente.

2.2.2 VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS GRÁFICOS VECTORIALES.

Las principales ventajas que ofrecen los gráficos vectoriales, derivadas de su naturaleza matemática, son:

- Almacenan las imágenes en archivos muy compactos, ya que sólo se requiere la información (fórmulas matemáticas) necesaria para generar cada uno de los vectores. dado que no se ha de almacenar información para definir cada punto de la pantalla, sino una serie de fórmulas matemáticas.
- Permiten modificar el tamaño de las imágenes y de sus objetos componentes sin que se produzca pérdida de información, pues se actualizan de forma matemática todas las nuevas relaciones y posiciones

de los elementos geométricos que las componen. Con ello, los cambios de tamaño de las imágenes vectoriales no afectan a la calidad de las mismas, apareciendo siempre con la misma nitidez.

- Son muy útiles a la hora de imprimir imágenes, ya que no es necesario pasar a la impresora la información de cada punto. Basta con ir pasándole la información de los vectores que forman la imagen.
- Cada objeto viene definido por sus propias fórmulas matemáticas y se maneja independientemente del resto, pudiendo escalarse, distorsionarse y cambiarse de forma o de posición sin afectar para nada los otros elementos del dibujo.
- Es posible un control independiente del color, tanto del contorno como del relleno, admitiendo la aplicación de texturas, degradados, transparencias, etc.
- Se puede controlar con gran precisión la forma, orientación y ordenación de los elementos.
- Cualquier efecto que se aplique a los objetos puede rectificarse en cualquier momento, ya que el dibujo es siempre editable. Esto no ocurre en las imágenes de mapas de bits, en las que una vez pintado un elemento ya no es posible modificarlo.
- Es fácil reutilizar un dibujo o una parte del mismo en otros proyectos. Basta copiarlo y pegarlo en un nuevo fichero o en uno ya existente.
- Los objetos del gráfico pueden fusionarse fácilmente entre sí, creando una serie de formas intermedias. Por ejemplo, se puede pasar de un cuadrado a un triángulo en cinco formas interpoladas.
- Se puede relacionar de diferentes formas con el resto de objetos del gráfico (agrupar, separar, recortar, intersectar, etc.).
- Se puede ordenar las formas de cualquier manera si está en superposición unas con otras.
- Permiten un manejo de textos muy avanzado, ya que admiten fuentes TrueType, que también son objetos vectoriales. Además, las letras se pueden convertir en contornos editables, descomponiendo un texto en los objetos vectoriales que lo constituyen. Una vez convertidas las letras en objetos, ya no hará falta tener instalada la fuente para seguir editando los

contornos, porque ya no serán letras, sino objetos dentro del gráfico vectorial, pudiendo ser modificadas como tales.

- Se pueden incluir bitmaps en un dibujo vectorial, bien para rellenos de formas, bien como elementos separados. En el otro sentido, un vector puede exportarse a un formato de mapa de bits estándar, como GIF o JPG.

2.2.3 MAPA DE BITS

Están formados por grandes "rectángulos de datos" (matrices) que contienen información sobre cada uno de los puntos (pixels) por los que está formado el gráfico, y que se corresponde aproximadamente con la percepción que nosotros vemos de ellos en nuestra pantalla.

A simple vista no apreciamos los pixels debido al pequeño tamaño que tienen en general, pero si ampliamos mucho un Bitmap los podemos observar como cuadrados de color.

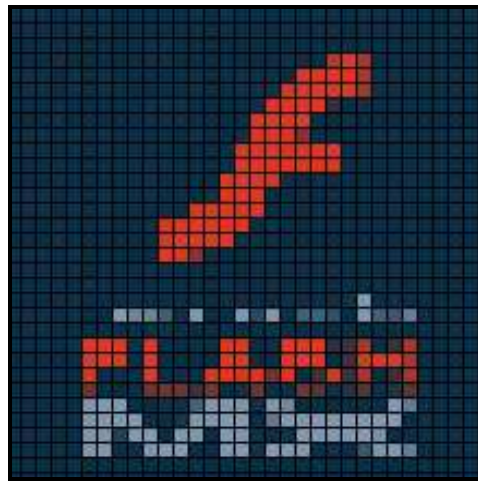


Fig. 2.3 Mapa de Bits.

La información que almacenan estas matrices son las características de cada píxel. Las características que se almacenan sobre los pixels son sus coordenadas dentro del gráfico y su color.

Así, nuestro PC procesa esa información, y genera la imagen en el monitor u otro dispositivo de salida, indicando qué color se debe poner en cada coordenada de la imagen.

Los pixels (cuadraditos), o unidades más pequeñas que forman una imagen, no son apreciables a simple vista en una imagen de calidad, pero sí con una ampliación.

Los pixels no tienen siempre el mismo tamaño ni se tienen porque encontrar en mismo número en imágenes de las mismas dimensiones.

La calidad de una imagen viene dada por número de pixels en que dividamos una imagen (normalmente esto se mide en puntos por pulgada o dpi) y el número de colores que puedan tener y, evidentemente, ocuparán más espacio en disco en la medida que dicha calidad aumente.

2.3 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

Este análisis permite conocer las características de los programas considerados como alternativas.

2.3.1 ALTERNATIVAS DE DISEÑO GRÁFICO.

a.- Diseño gráfico en AutoCAD.

- Permite exportar sus gráficos a otros programas.
- Maneja comandos de fácil uso.
- Trabaja con gráficos vectoriales.
- El acabado gráfico es perfecto.

b.- Diseño gráfico en Flash MX.

- Permite exportar sus gráficos a otros programas.
- Maneja comandos graficadores similares a la barra de herramientas de Paint.
- Trabaja tanto en gráficos vectoriales como en mapa de bits (en mayor grado con mapa de bits)
- Su acabado es bueno.

c. Diseño gráfico en Paint Shop

- Permite exportar sus gráficos a otros programas.
- Maneja comandos de fácil uso.
- El acabado gráfico es regular en caso de precisión.

2.3.2 ALTERNATIVAS DE SECUENCIAS DE ANIMACIÓN.

a.- Animación mediante Visual Basic:

- En su mayoría sus comandos son de ejecución escrita.
- Solo se puede generar un archivo ejecutable en aplicaciones del propio programa.
- Es un paquete de programación.
- Maneja lenguaje de programación en un entorno gráfico.

b.- Animación en Adobe Illustrator:

- Permite exportar sus gráficos a otros programas.
- Su acabado es bueno.
- Maneja lenguaje de programación de fácil uso con ventanas de dialogo de edición.
- Permite la importación de imágenes de diferentes extensiones.

c.- Animación en Flash MX:

- Sus comandos son de fácil manejo.
- Permite la importación de imágenes de diferentes extensiones.
- La aplicación ejecutable puede ser presentada en cualquier PC.
- Es un paquete diseñado para animación.
- En su mayor parte sus comandos se ejecutan sin escribir código simplemente mediante barras de herramientas de ejecución por medio del cursor del ratón.
- Maneja lenguaje de programación de fácil uso con ventanas de dialogo de edición.

2.4 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS.

Para ello se debe tomar en cuenta las características que éstas presentan, siendo la opción que tenga mayor calificación la seleccionada para la elaboración de este material. Las opciones se valorizan de 0.1 a 1.

2.4.1 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO GRÁFICO.

Los parámetros de evaluación en el caso del diseño gráfico están definidos por:

- a.- Factibilidad de Operación.
- b.- Compatibilidad con otros programas.
- c.- Calidad en Presentación.

2.4.1.1 FACILIDAD DE OPERACIÓN.

Hace referencia al grado de complejidad en el manejo de los comandos de edición de gráfico y además si la representación de imagen se da en gráficos factoriales o mapa de bits.

2.4.1.2 COMPATIBILIDAD CON OTROS PROGRAMAS DE DISEÑO.

En el caso de los diagramas se debe contar con gran precisión para la ubicación de los elementos constituyentes del diagrama de mayor presentación.

2.4.1.3 CALIDAD EN PRESENTACIÓN.

Los diagramas para su representación deben tener un acabado gráfico para facilitar su interpretación.

Tabla 2.1 Matriz de evaluación del diseño gráfico.

| PARÁMETROS DE EVALUACIÓN | ALTERANTIVAS | | |
|-------------------------------------|--------------|-----|-----|
| | a | b | c |
| Facilidad de operación | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| Compatibilidad con otros programas. | 0.8 | 0.8 | 0.9 |
| Calidad en presentación. | 0.9 | 0.9 | 0.5 |

Tabla 2.2 Matriz de decisión del programa de diseño.

| PARÁMETROS DE EVALUACIÓN | F. Pond | ALTERNATIVAS | | |
|-------------------------------------|---------|--------------|-------------|-------------|
| | X | axXi | bxXi | CxXi |
| Facilidad de operación | 0.5 | 0.45 | 0.32 | 0.19 |
| Compatibilidad con otros programas. | 0.3 | 0.24 | 0.19 | 0.17 |
| Calidad en presentación. | 0.2 | 0.18 | 0.16 | 0.08 |
| TOTAL | | 0.87 | 0.67 | 0.44 |

2.4.2 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE SECUENCIA DE ANIMACIÓN.

Con respecto a la animación los parámetros de evaluación son:

2.4.2.1 FACILIDAD DE OPERACIÓN.

Hace referencia a la facilidad de manejo de los comandos y códigos para establecer la secuencia de animación.

2.4.2.2 COMPATIBILIDAD CON PROGRAMAS DE ANIMACIÓN.

Hace referencia a la facilidad para poder trabajar e intercambiar información de programa a programa para lograr una compatibilidad lógica de animación.

2.4.2.3 CALIDAD EN PRESENTACIÓN.

Hace referencia a la parte visual en la que se requiere de detalles que den un realce de realidad en animación.

Tabla 2.3 Matriz de evaluación de animación.

| PARÁMETROS DE EVALUACIÓN | F. Pond. | ALTERNATIVAS | | |
|-------------------------------------------|----------|--------------|-----|-----|
| | X | a | b | c |
| Facilidad de operación | 0.2 | 0.7 | 0.7 | 0.8 |
| Compatibilidad con programas de Animación | 0.2 | 0.8 | 0.6 | 0.9 |
| Calidad en Presentación | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |

Tabla 2.4 Matriz de decisión del programa de animación.

| PARÁMETROS DE EVALUACIÓN | F. Pond | ALTERNATIVAS | | |
|-------------------------------------------|---------|--------------|-------------|-------------|
| | X | axXi | bxXi | CxXi |
| Facilidad de operación | 0.2 | 0.14 | 0.14 | 0.16 |
| Compatibilidad con programas de Animación | 0.2 | 0.16 | 0.12 | 0.18 |
| Calidad en Presentación | 0.6 | 0.42 | 0.48 | 0.54 |
| TOTAL | | 0.72 | 0.74 | 0.88 |

2.5 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERANTIVA.

Finalizado el estudio de todos los parámetros anteriormente establecidos, se puede definir una interacción entre AutoCAD y Flash MX que son los programas más adecuados para la elaboración del material didáctico.

CAPÍTULO III

ELABORACIÓN DEL SISTEMA INTERACTIVO.

3.1 INFORMACIÓN GENERAL.

Para efectuar el sistema didáctico interactivo del sistema de combustible del avión Airbus A-320 fue necesario solicitar la información en la empresa de aviación TAME (Centro de Operaciones de Mantenimiento) una vez conseguida la información se procede a la elaboración de los planos por medio del programa AutoCAD, por ser elegido en estudio de alternativas y que cumple con los parámetros de precisión y definición que se necesita para la elaboración del sistema interactivo.

Los planos que serán animados son los siguientes:

- Presentación de Controles.
- Presentación de indicadores del sistema.
- Presentación del Sistema de alimentación de combustible a los motores.
- Presentación del Sistema de alimentación de combustible al APU.
- Presentación del Sistema de carga de combustible.

3.2 ELABORACIÓN DE GRÁFICOS EN AUTOCAD DE LOS DIAGRAMAS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN AIRBUS A-320.

La elaboración de los gráficos está realizada de una manera sencilla sin hacer necesaria la utilización de comandos complicados, se utilizan las barras de herramientas como son: estándar, modificar, dibujo y la ventana de comandos.

3.2.1 BARRA ESTÁNDAR DE HERRAMIENTAS.

Esta barra tiene comandos indispensables que permiten tener un nuevo documento o una ventana en blanco, editar ó abrir un gráfico ya realizado, guardar los gráficos, diferentes tipos de zoom, entre otros.



Fig. 3.1 Barra de Herramientas 1.

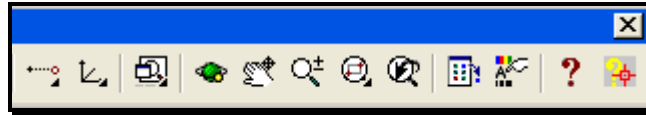


Fig. 3.2 Barra de Herramientas 2.

3.2.2 BARRA DE HERRAMIENTAS MODIFICAR.

3.2.2.1 BORRAR.

Permite borrar objetos seleccionándolos y oprimiendo la tecla Enter o a su vez seleccionando con clic izquierdo y posteriormente con clic derecho se elimina.

3.2.2.2 COPIAR.

Este comando nos permite realizar copias de un dibujo seleccionándolo y posteriormente especificando el punto donde se requiera la copia del mismo.

3.2.2.3 OFFSET.

Realiza copias paralelas de líneas especificando la distancia de la línea inicial.

3.2.2.4 ROTAR.

Permite rotar el dibujo seleccionando el ángulo necesario y especificando las coordenadas de ubicación.

3.2.2.5 MOVER.

Con la utilización de este comando se puede mover cualquier dibujo que se haya seleccionado previamente, y posteriormente el punto donde se quiere que sea trasladado dicho dibujo.

3.2.2.6 CORTAR.

Con este comando se puede cortar una línea que esta excedida, se realiza de la siguiente manera: se selecciona trim y se presiona clic derecho, posteriormente con clic izquierdo se señala la línea excedida y se corta.

3.2.2.7 EXTENDER.

Permite realizar extensiones de línea y su forma de realizarlo es similar a la de cortar que se encuentra anteriormente.

3.2.2.8 EXPLODE.

Con la utilización de este comando se puede dividir a una figura que es considerada como un sólido y así poder usar la parte requerida de esta figura.



Fig. 3.3 Barra de Herramientas Modificar.

3.2.3 BARRA DE HERRAMIENTAS DIBUJO.

3.2.3.1 LÍNEA.

Permite dibujar una línea que a la vez es un objeto indicando su punto inicial y final.

3.3 SECUENCIA DE DISEÑO.

3.3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE A LOS MOTORES.

3.3.1.1 DISEÑO DEL ALA.

Nota: Por motivos de dibujo práctico se va a considerar el diseño del sistema como un gráfico sin acotamientos.

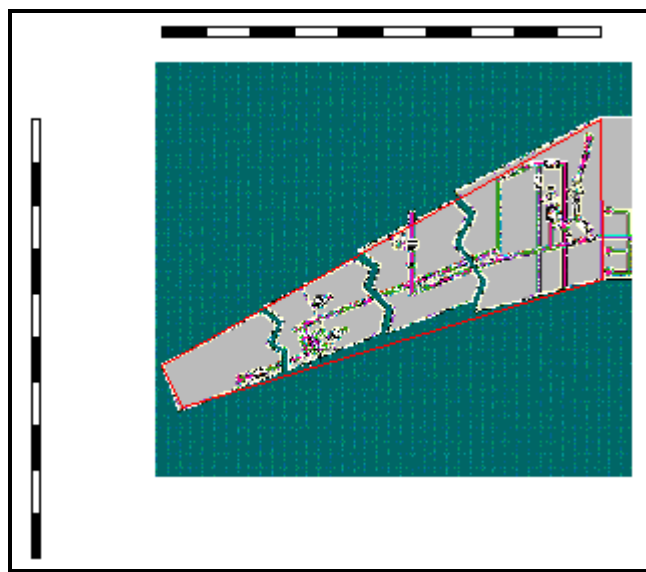


Fig. 3.6 Secuencia de Diseño del Ala.

Para iniciar la secuencia se inicia planteando una escala gráfica que servirá para todo el sistema, ésta escala estará subdividida en 10 (unidades gráficas).

En base a ésta escala se traza puntos referenciales al dibujo base, que pueden ser en escala directamente del computador y/o en gráfico de texto.

La graficación del sistema se va a realizar en AutoCAD.

Se traza una línea vertical con el icono LINE con el dato recopilado en la escala gráfica antes mencionada en este caso de 5.62 (unid. gráf.). Determinada ésta, forma el límite superior y la longitud del ala.

Se procede a trazar la línea horizontal de 10(unid. gráf.) luego unimos los puntos opuestos de cada línea para conformar un triángulo.

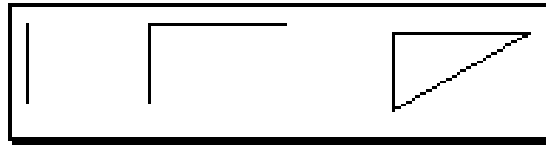


Fig. 3.7 Secuencia de Diseño del Ala.

Seguido se determina los siguientes puntos que conforman el ala, localizamos los puntos inferiores del ala, trazamos una línea vertical a 0.44 (unid. gráf.) paralela a la vertical base, luego trazamos una línea auxiliar paralela a la horizontal a 6.6 (unid. gráf.); la intersección de estas dos líneas auxiliares determinan el punto que determinará el lado extremo posterior del ala.

Para ubicar la parte opuesta a este extremo se realiza el mismo procedimiento trazando una línea paralela a la vertical base a 10(unid. gráf.) luego una horizontal paralela a la línea vertical base a 3.66 (unid. gráf.) determinando así el siguiente extremo del ala.

Finalmente se cierra polígono.

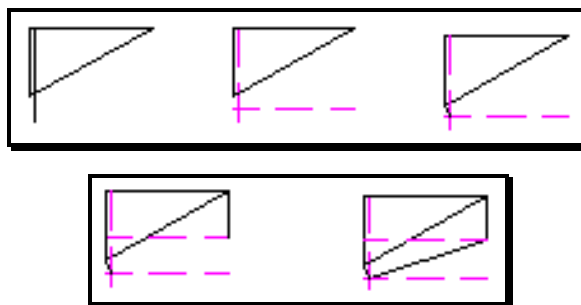


Fig. 3.8 Secuencia de Diseño del Ala.

Se continúa con la estructura de cañerías de flujo para esto partimos de la escala gráfica base, manteniendo las líneas verticales y horizontales.

Iniciando por el ducto principal de alimentación de combustible, se traza líneas auxiliares tanto verticales como horizontales para determinar el punto de empalme con la cañería principal, una vez determinado el primer punto se traza

una línea vertical a 7.69 (unid. gráf.) y otra horizontal a 2.67 (unid. gráf.), y una adicional a 3.17 (unid. gráf.).

Seguidamente se une con el comando LINE la inclinación que se produce en la cañería se recurre a la escala para determinar un ancho aproximado que será de 0.1 (unid. gráf.) en referencia a la escala gráfica.

Se procede a dar el ancho de este primer tramo con el icono EQUIDISTANCIA determinamos el 0.1 (unid. gráf.) y procedemos a equidistanciar.

Realizamos el mismo proceso para continuar con el tramo principal de cañerías con los puntos exactos.

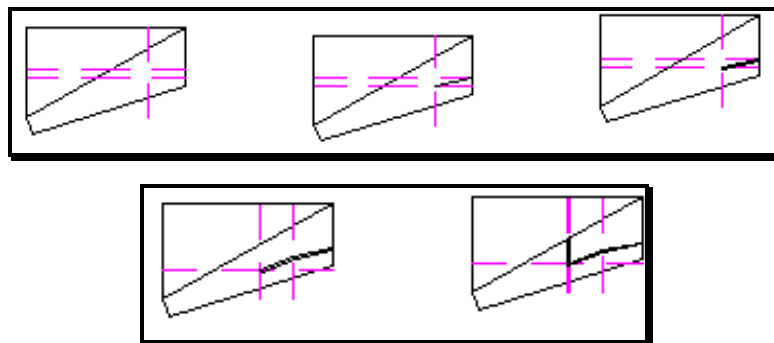


Fig. 3.9 Secuencia de Diseño del Ala.

En tramos donde requiere representar válvulas se realiza el mismo proceso de ubicación gráfica y se procede a calcular el centro y el diámetro de una circunferencia que representa dicha válvula, esto se lo hace con el icono CÍRCULO colocando simplemente el valor del radio de la circunferencia; para culminar la definición del gráfico se determina que hay ciertos excedentes de línea al realizar la equidistancia, para eliminar dichos excesos seleccionamos toda la gráfica y con el icono RECORTAR se procede a suprimir los excesos no sin antes hacer un seguimiento al gráfico base.

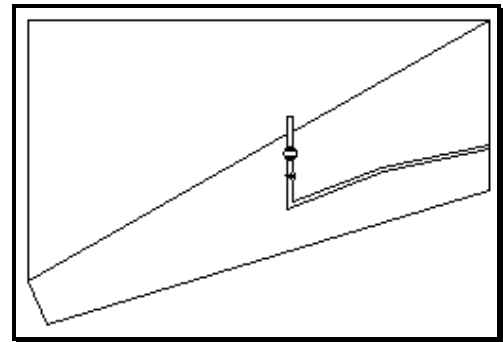
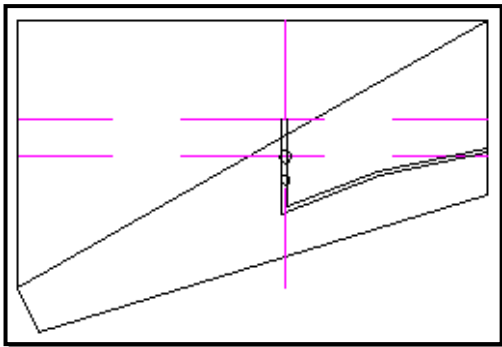
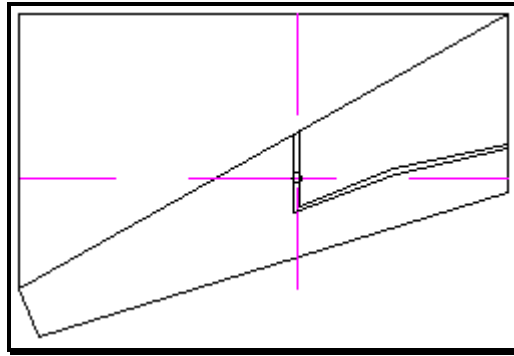


Fig. 3.10 Secuencia de Diseño del Ala.

Cuando se necesita representar elementos como válvulas que requieren un relleno que facilite su identificación se dibuja con líneas auxiliares los vanos y los rellenos (vacíos y sólidos), y por medio del icono SOMBREADO elegimos capa sólida, seleccionamos la figura y aplicamos el sombreado requerido.

Siguiendo con la construcción del sistema de cañerías y válvulas se continua con el mismo método utilizado hasta ahora obteniendo los siguientes resultados:

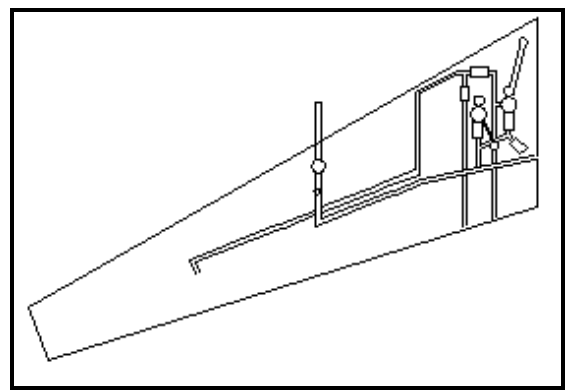
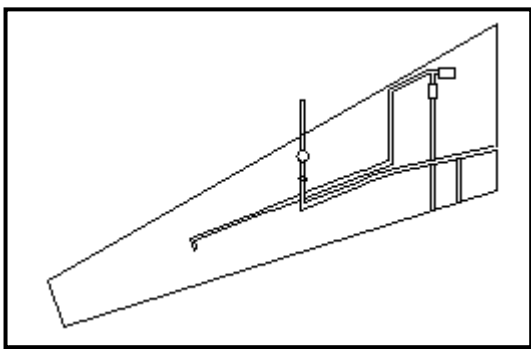


Fig. 3.11 Secuencia de Diseño del Ala.

Y finalmente se obtiene:

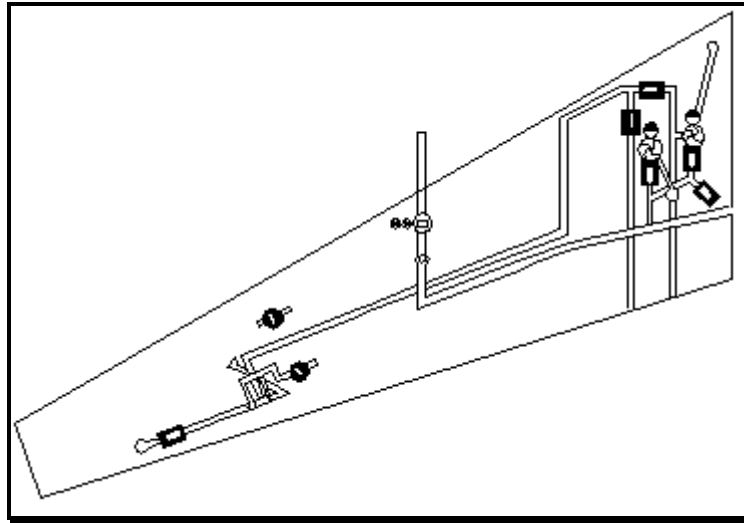


Fig. 3.12 Secuencia de Diseño del Ala.

3.3.1.2 DISEÑO DEL TANQUE CENTRAL.

Con las mismas características de diseño del ala se procede a diseñar el tanque central así resultando la secuencia:

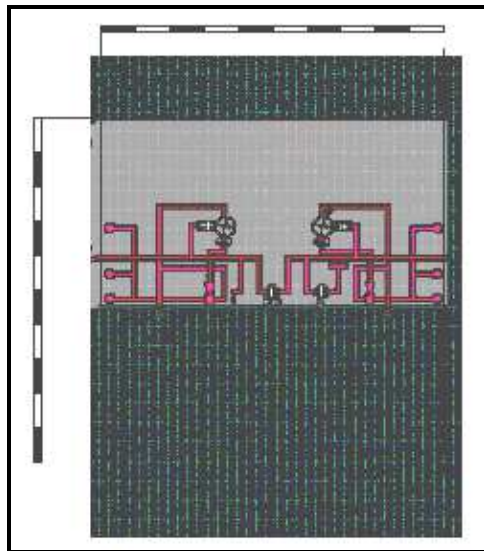


Fig. 3.13 Secuencia de Diseño del Tanque Central.

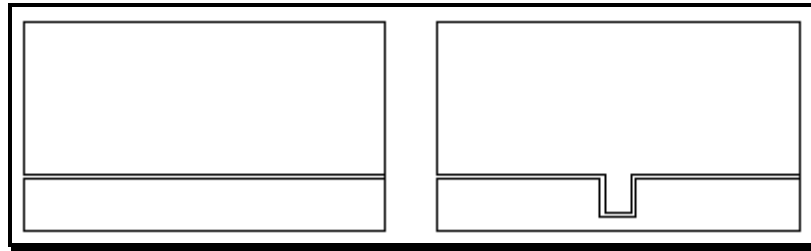


Fig. 3.14 Secuencia de Diseño del Tanque Central.

Para determinar el diseño de una bomba de combustible realizamos al interior de la circunferencia base que identifica el gráfico de una bomba, una circunferencia de menor diámetro al interior de la circunferencia antes mencionada, posteriormente con el icono ARCO se procede a tirar líneas de la circunferencia interior a puntos simétricos de la circunferencia exterior.

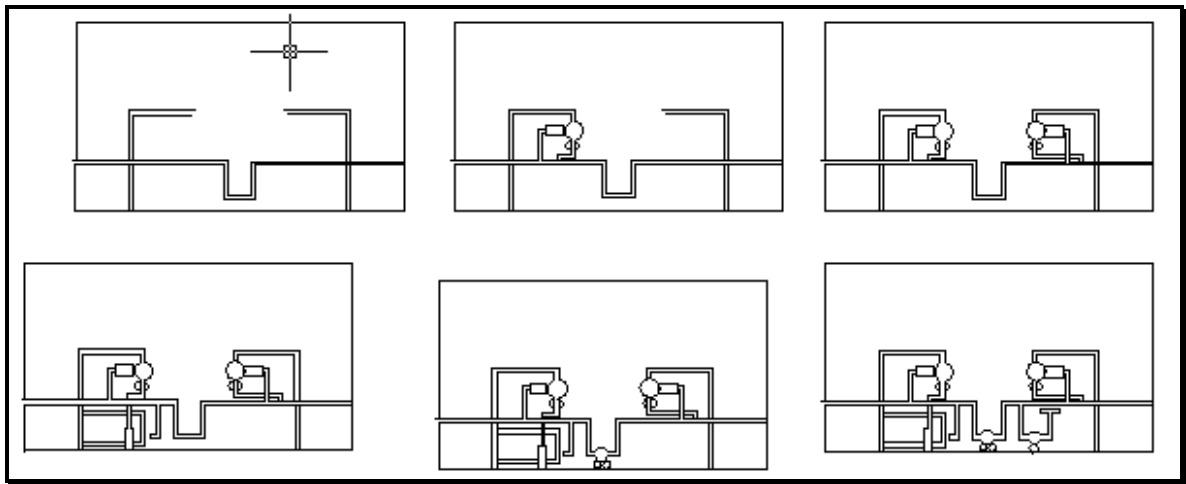


Fig. 3.15 Secuencia de Diseño del Tanque Central.

Para realizar un gráfico que va a identificar a una válvula de baja presión de combustible, partimos en base a las circunferencias delimitadas realizando interiormente un rectángulo.

Éstos rectángulos interiores son definidos en base a la escala gráfica; hecho este proceso se procede a sombrear la circunferencia tanto como el rectángulo interno utilizando el icono de SOMBREADO.

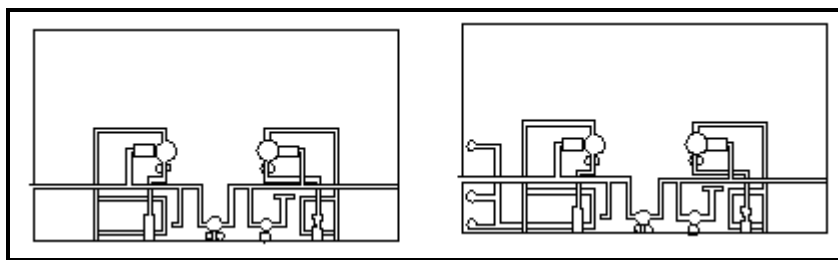


Fig. 3.16 Secuencia de Diseño del Tanque Central.

Presentando finalmente la secuencia de diseño del tanque central así:

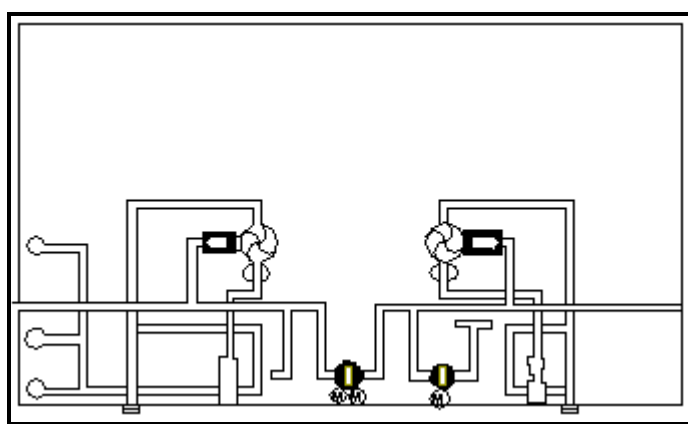


Fig. 3.17 Secuencia de Diseño del Tanque Central.

3.3.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE AL APU.

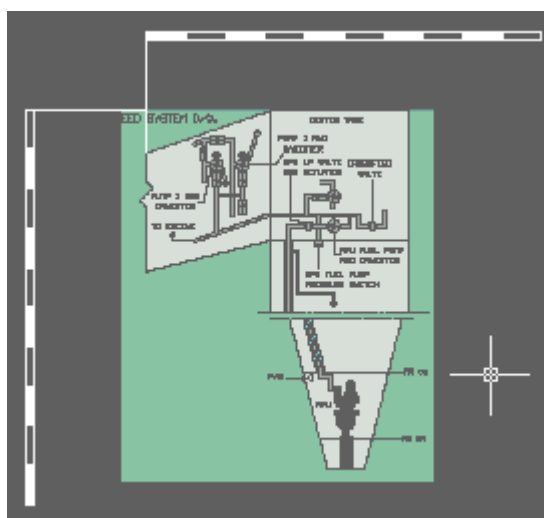


Fig. 3.18 Gráfico Base Para la Secuencia de Diseño Para la Alimentación del APU.

3.3.2.1. DISEÑO DEL CUERPO DEL APU.

Se inicia el procedimiento ubicando la línea de alimentación además de los ductos guiados por la escala gráfica.

Se traza una línea paralela a la diagonal izquierda que conforma el motor, se determina la longitud determinada por las líneas auxiliares verticales y horizontales, de igual forma mediante la escala se determina el ancho de los ductos.

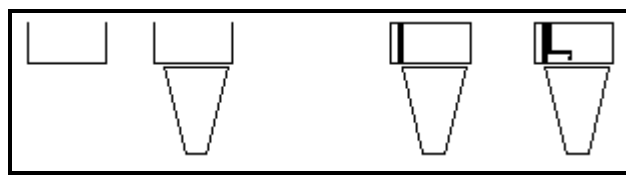


Fig. 3.19 Secuencia de Diseño del Cuerpo del APU.

Seguido con la línea de corte horizontal se delimita y se corta todas las excedentes de las líneas que forman cañerías, esto permite ubicar los puntos de corte que permitirán identificar los puntos iniciales del próximo tramo de cañerías para esto se utiliza la escala gráfica que permite identificar longitudes del siguiente tramo hasta llegar a la parte gráfica que identifica al APU.

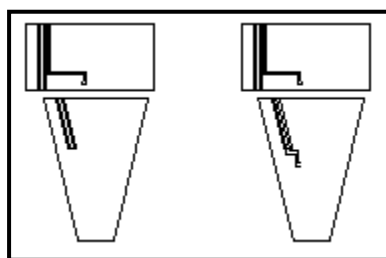


Fig. 3.20 Secuencia de Diseño del Cuerpo del APU.

Luego determinamos por medio de las líneas auxiliares verticales y horizontales el ancho y largo que conforman cada una de las piezas del motor.

Partiendo de la escala del dibujo y la gráfica se determina una serie de rectángulos los cuales son realizados por el comando RECTÁNGULO, y a la vez se va diseñando según la secuencia que permite identificar el gráfico base.

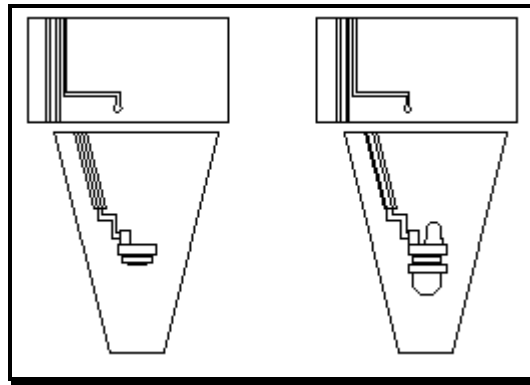


Fig. 3.21 Secuencia de Diseño del Cuerpo del APU.

A continuación se corta líneas excedentes con el icono RECORTAR, además se realiza la unión con diagonales de los puntos que forman cada pieza, no sin antes determinar con las líneas auxiliares los puntos de corte.

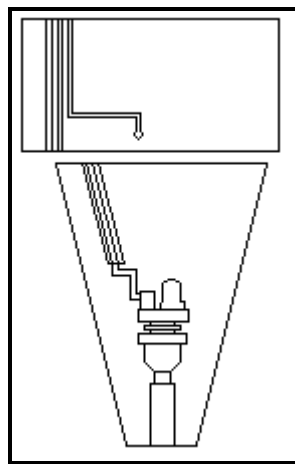


Fig. 3.22 Secuencia de Diseño del Cuerpo del APU.

3.3.2.2 DISEÑO DEL TANQUE CENTRAL.

Siguiendo los mismos conocimientos de procedimiento de diseño se continua con la estructura del tanque central.

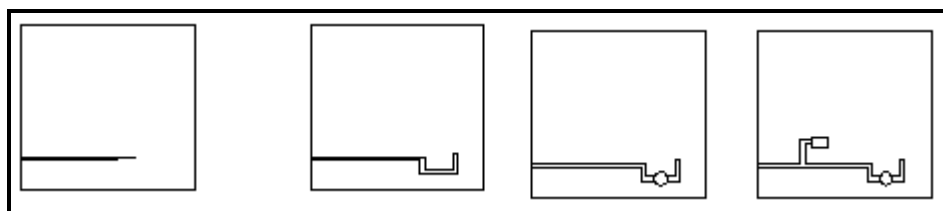


Fig. 3.23 Secuencia de Diseño del Tanque Central.

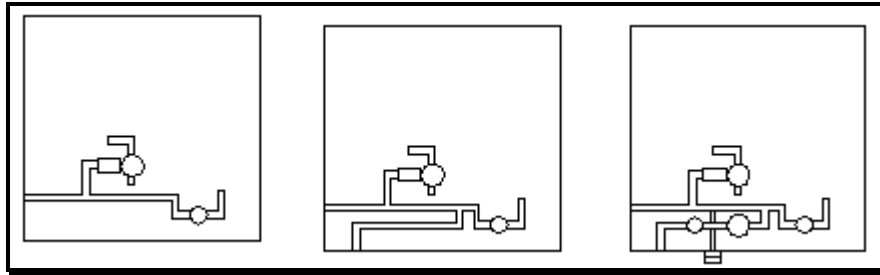


Fig. 3.24 Secuencia de Diseño del Tanque Central.

Obteniendo finalmente con la unión de la parte de bombas del ala ya diseñada anteriormente para lograr así la alimentación de combustible.

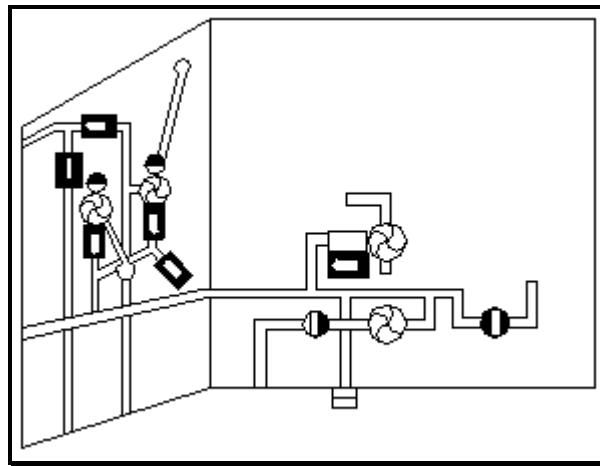


Fig. 3.25 Secuencia de Diseño del Tanque Central.

3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE CARGA DE COMBUSTIBLE.

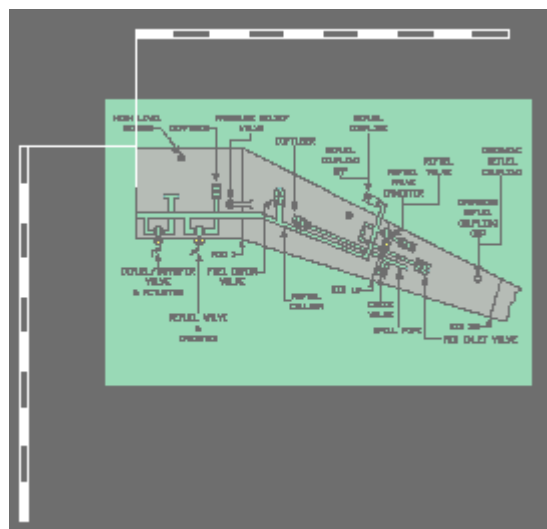


Fig. 3.26 Diseño del Sistema de Carga de Combustible.

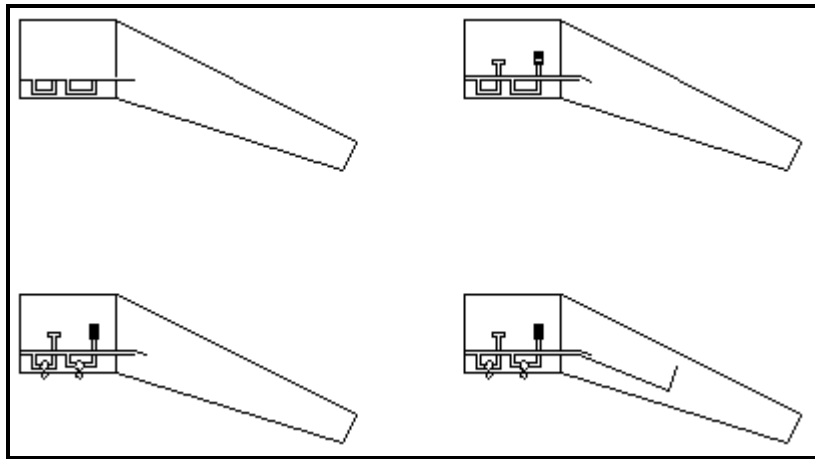


Fig. 3.27 Diseño del Sistema de Carga de Combustible.

Para determinar la imagen de las VÁLVULAS CHECK se tiene la necesidad de diseñar flechas que identifican a la válvula, para esto se recurre a las líneas auxiliares verticales y horizontales, seguidamente se subdivide en seis partes al eje X y 25 al Y proporcionalmente a la escala gráfica.

A continuación con el comando POLI LÍNEA se determina los puntos a unir de esta manera con el comando COPY copiamos las partes que forman el rectángulo y la flecha base y se procede a sombrear con el icono SOMBREAR.

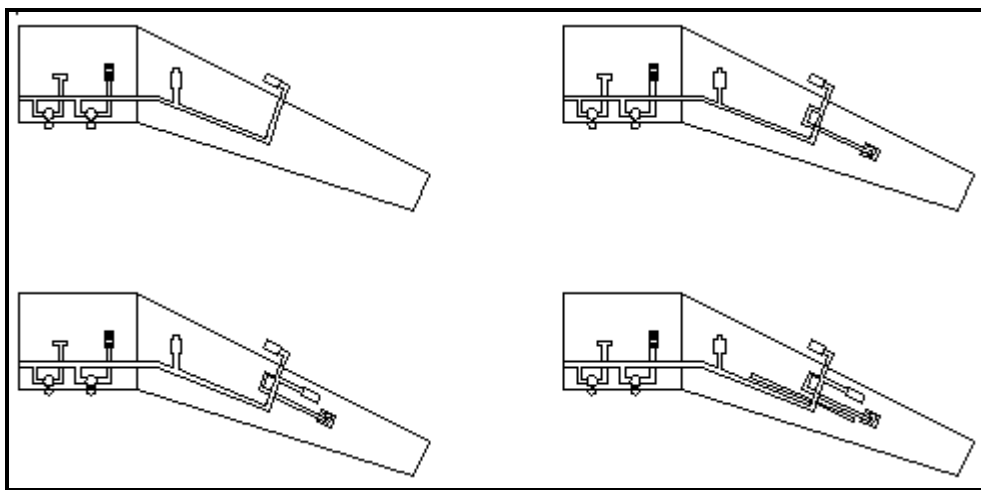


Fig. 3.28 Diseño del Sistema de Carga de Combustible.

3.5 PRESENTACIÓN FINAL.

A continuación se observa la culminación de los diagramas de los subsistemas una vez concluida la secuencia de diseño.

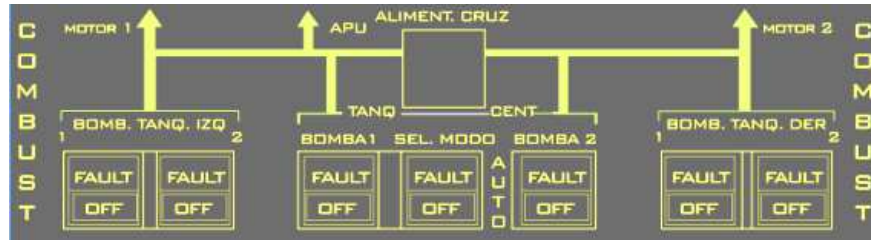


Fig. 3.29 Presentación de los Controles.

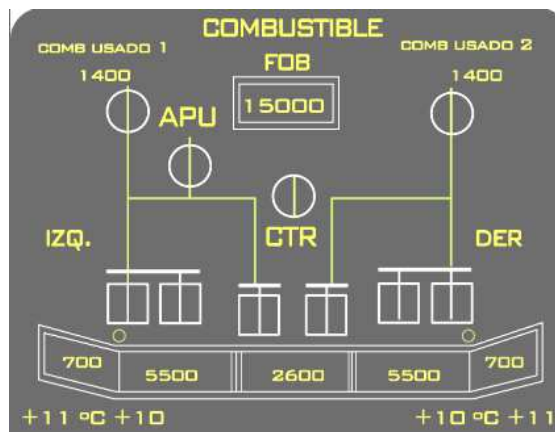


Fig. 3.30 Presentación de Indicadores del Sistema.

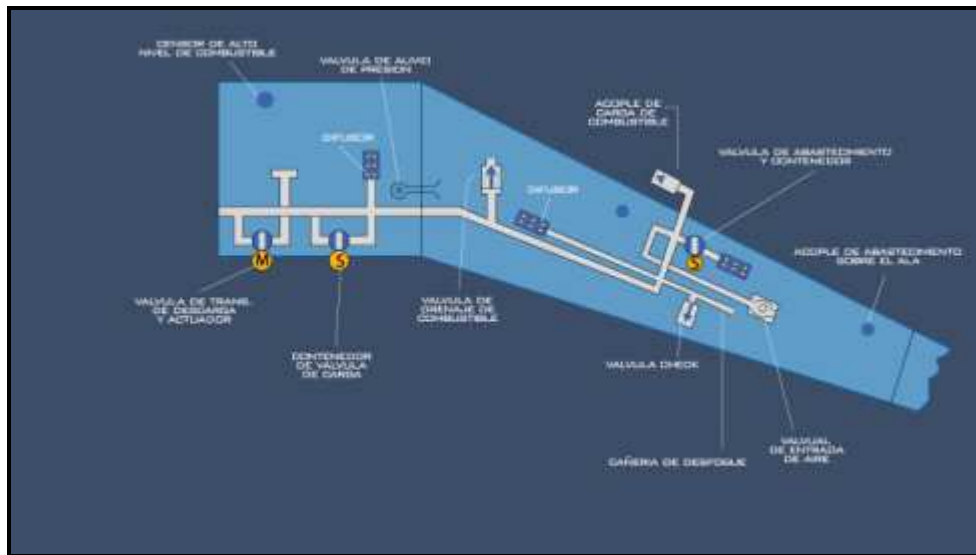


Fig. 3.33 Presentación del Sistema de Carga de Combustible.

3.6 ANIMACIÓN DEL SISTEMA DIDÁCTICO.

3.6.1 INFORMACIÓN GENERAL.

Una vez transportados los gráficos al Flash MX, se optó por realizar una animación fotograma a fotograma, ya que con este tipo de animación se pudo conseguir un orden de aprendizaje, colocando los botones de tal forma que, se empiece estudiando ordenadamente hasta llegar a los consumidores.

3.6.2 ANIMACIÓN DE GRÁFICOS EN FLASH MX DE LOS DIAGRAMAS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN AIRBUS A-320.

La animación de los gráficos se realiza utilizando el lenguaje de programación Axion Escrib, que es el utilizado en el programa Flash MX, el tipo de animación con el que está realizado este sistema didáctico es fotograma a fotograma.

A continuación se realiza una descripción de los comandos que se utilizaron con mayor frecuencia en la animación de los gráficos, entre estos se tiene, las ventanas de: tiempo, de acciones, de componentes, de mezcla de colores.

3.6.3 VENTANA DE TIEMPO.

La función de esta herramienta consiste en controlar la animación, permitiendo el cambio de un fotograma a otro, este cambio de fotograma a fotograma, al realizarse de una manera inmediata da ilusión óptica de movimiento como si se tratara de una sola capa, pero en realidad son dos o más.

La barra de tiempo, tiene dos funciones:

- La primera que se encarga del ordenamiento de las capas por medio de un listado.
- La segunda que consiste en la creación de diferentes fotogramas.

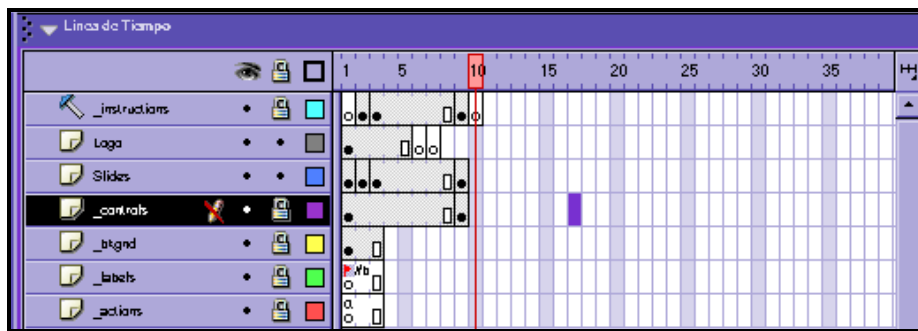


Fig. 3.34 Barra de Tiempo.

3.6.3.1 CAPAS.

Estas son comandos de creación de capas, anulación de capas, capa guía, esconder, representar y resguardar los bordes de cada capa consiguiendo un mayor manejo de elementos o símbolos en la película.



Fig. 3.35 Capas de Animación.

3.6.3.2 FOTOGRAMAS.

Los fotogramas son cuadros de secuencia que exponen el escenario de la película en una línea de tiempo; en el gráfico se puede observar que por ser una animación fotograma a fotograma no existe un intervalo de tiempo de una escena a otra.

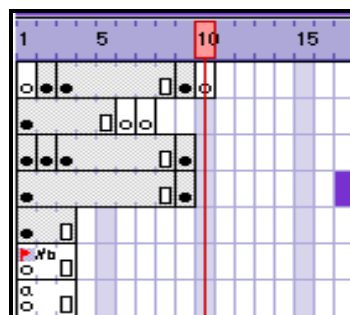


Fig. 3.36 Fotogramas.

3.6.4 VENTANA DE COMPONENTES.

Esta barra permite tener componentes prediseñados como cuadros de texto estático, aplicación de ventanas, aplicación de bordes, aplicación de tablas insertando botones.

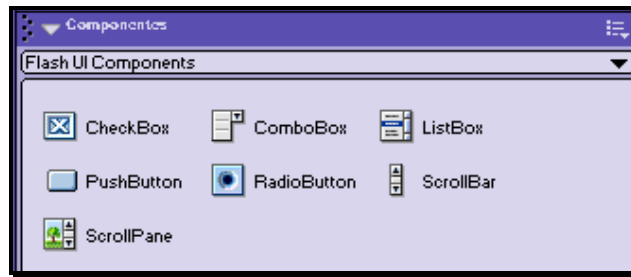


Fig. 3.37 Barra de Componentes.

3.6.5 VENTANA DE MEZCLA DE COLORES.

Muestra una ventana que consiste en seccionar una serie de colores para el fondo, texto, líneas, bordes, etc.

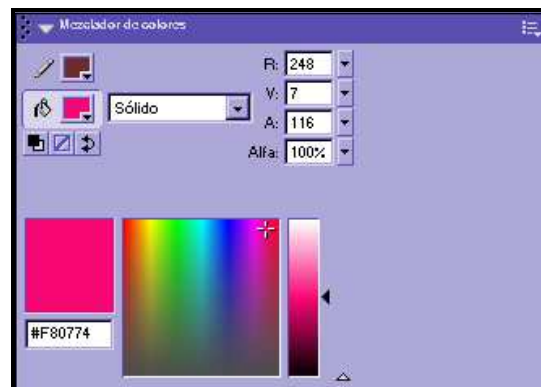


Fig. 3.38 Ventana de Mezcla de Colores.

3.6.6 VENTANA DE ACCIONES.

La función de esta ventana es permitir ingresar el lenguaje de programación que necesita para accionar el funcionamiento de botones y otros componentes que integran el sistema didáctico.



Fig. 3.39 Ventana de Acciones.

Los lenguajes de programación que se usaron con más frecuencia fueron los siguientes:

- Play ();
- Stop () ;
- On (click) ;
- GoAndStop
- Get.URL
- NexFarme ();
- Eventos; Release
- Eventos; load
- Eventos; clic
- Eventos; this
- Eventos; _parent

3.7 SECUENCIA DE ANIMACIÓN.

Para la creación de un fotograma se necesita añadir una serie de fondos y símbolos, los mismos que forman un conjunto de datos que se realizan para ser reutilizados a medida que avanzan las capas.

En la creación del sistema didáctico Interactivo se inicia insertando un fondo y colocando los botones que correspondan a cada capa.

A medida que se añaden los botones se programa cada uno de ellos para que vaya accionando el fotograma que corresponde y colocando el nombre en cada botón.

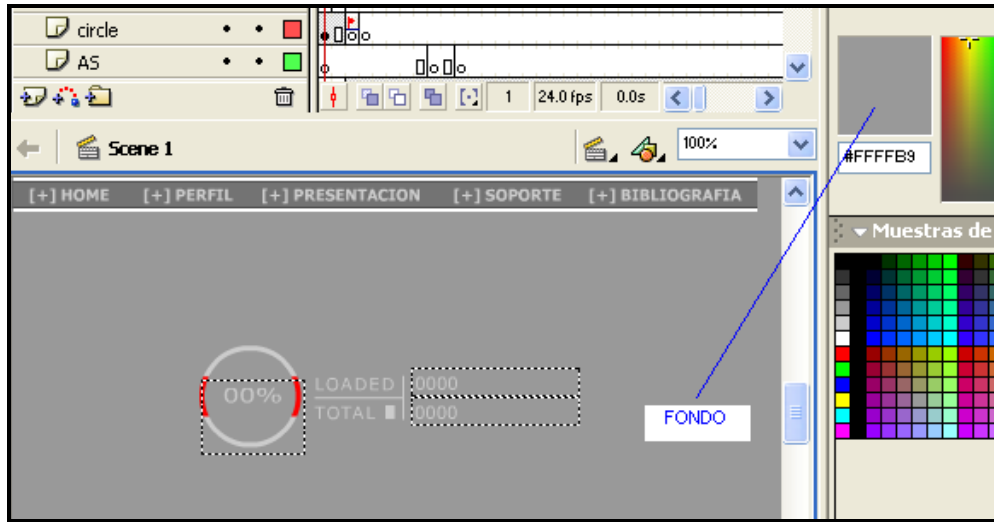


Fig. 3.40 Secuencia de Animación 1

Una vez colocado el fondo y programados los botones, se realiza la importación de gráficos desde AutoCAD a Flash MX.

Durante la importación es necesario primero trasladar la imagen de AutoCAD al programa Adobe Illustrator ya que la información de AutoCAD es enviada como un documento, en la importación del Adobe Illustrator a Flash MX llega como una figura establecida.



Fig. 3.41 Secuencia de Animación 2

Hasta el momento todos los fotogramas son iguales, desde esta parte se realiza la personalización de cada uno de ellos, añadiendo símbolos, colores, textos, que permiten identificar a cada paso el abastecimiento del sistema de combustible.

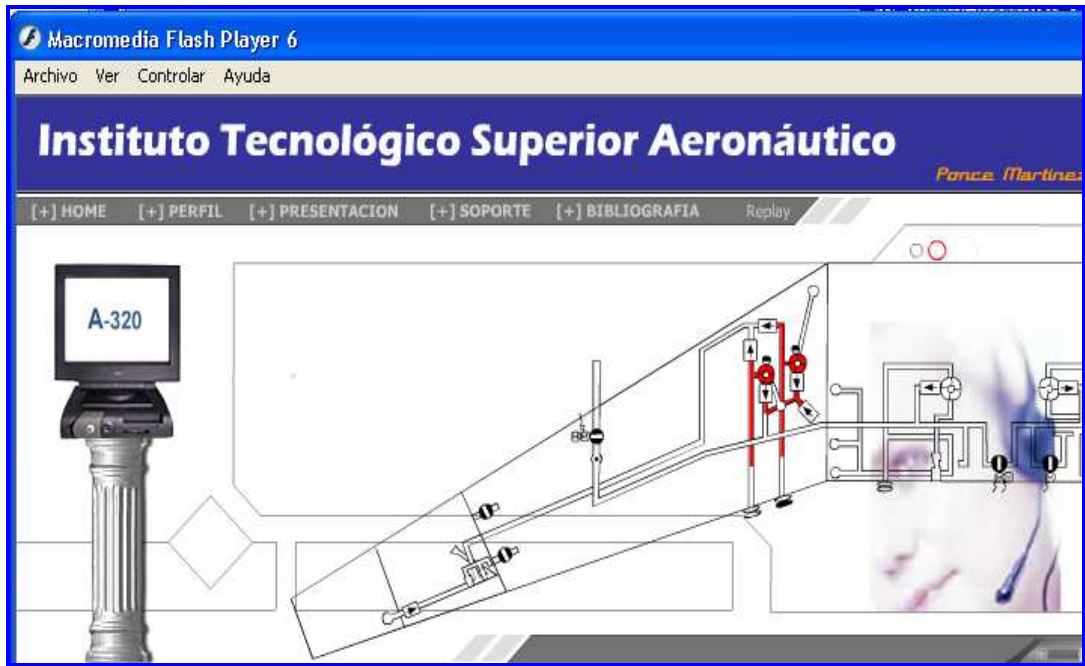


Fig. 3.42 Secuencia de Animación 3

3.8 PRESENTACIÓN FINAL.

En la siguiente presentación se podrá observar como está expuesto para el usuario del Sistema Didáctico Interactivo del Sistema de Combustible del Avión Airbus A-320.



Fig. 3.43 Presentación del Sistema de Alimentación de Combustible al Motor Por las Bombas del Tanque Central.



Fig. 3.44 Presentación del Sistema de Alimentación de Combustible al Motor Por las Bombas del Tanque de Ala.

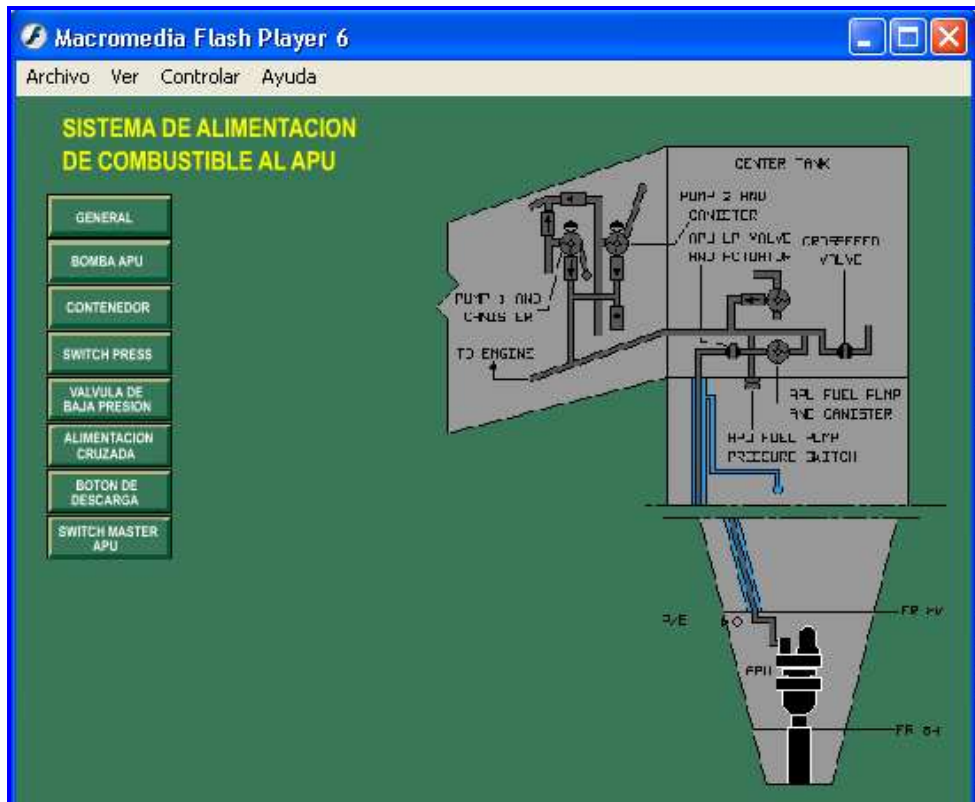


Fig. 3.45 Presentación del Sistema de Alimentación de Combustible al APU.

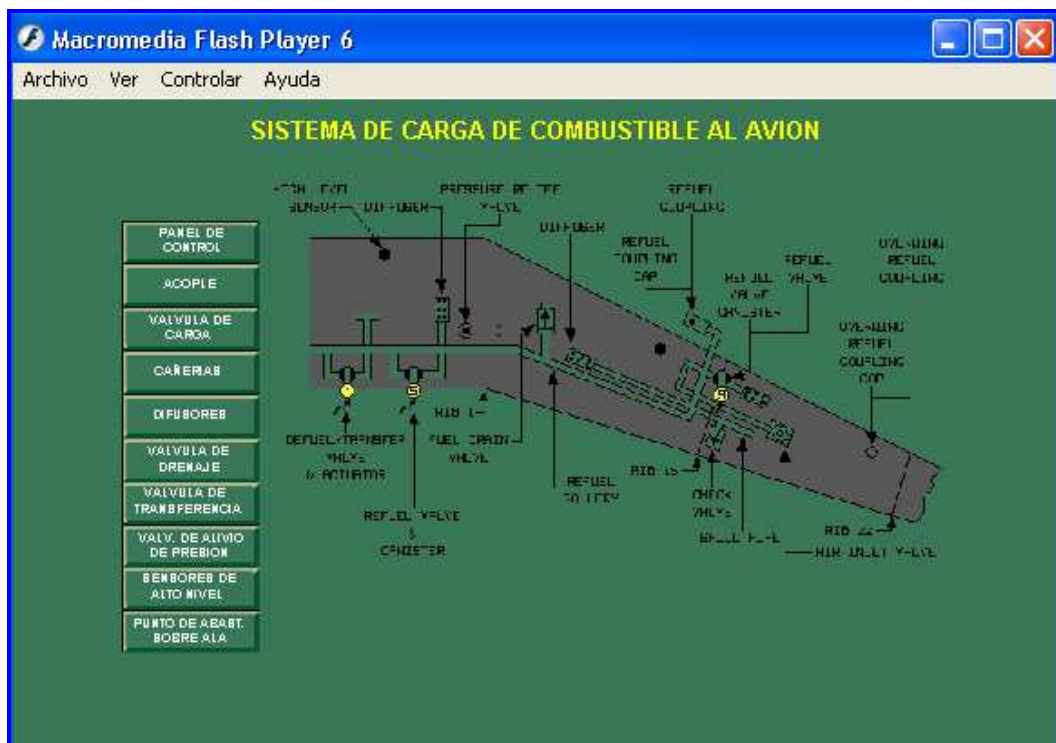


Fig. 3.46 Presentación del Sistema de Carga de Combustible a los Tanques del Avión.

3.9 MENÚ PRINCIPAL.

Dentro de la presentación del Sistema Didáctico Interactivo del Sistema de Combustible del Avión Airbus A-320 se tiene la exposición de un menú principal el cual permite seleccionar el desarrollo del programa o proyecto de grado.

El orden de colocación de títulos en el menú principal, tiene una secuencia de estudio, que permiten que el estudiante adquiera los conocimientos de mejor manera, siguiendo un orden lógico de aprendizaje.



Fig. 3.47 Menú Principal

Como se observa en la Figura 3.47 dentro del menú principal se tiene: varias fotografías que aparecen en una escala de tiempo determinado, el Menú de ingreso a los iconos de aprendizaje y finalmente se utiliza un sonido MP3 que se desarrolla constantemente mientras el usuario se encuentra dentro del Sistema.

3.10 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO.

En la prueba de funcionamiento del Sistema Didáctico Interactivo del Sistema de Combustible del Avión Airbus A-320, a pesar de haberse realizado

pruebas de funcionamiento en cada fotograma, una vez editadas las escenas, se realizó la corrección de los siguientes errores:

Se encontró fallas en la llamada de botones a los fotogramas.

También se encontró fallas en el botón continuar ya que al hacer clic en este, no seguía la secuencia lógica con los que están posicionados cada uno de los botones.

Finalmente una vez corregidas todas las fallas antes mencionadas se pudo mirar que Sistema Didáctico Interactivo funcionó cumpliendo las expectativas que se esperaban en el diseño y animación.

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE MANUALES

4.1 MANUAL DE OPERACIÓN.

Para ingresar al Sistema Didáctico Interactivo del Sistema de Combustible del Avión Airbus A-320 se da un clic en el icono Mi PC (Fig. 4.1), una vez abierta esta ventana se activará el icono llamado A-320(F:), que presentará la información que contiene el CD.



Fig. 4.1 Acción uno y dos

En el momento del estudio es importante seguir el orden de los botones ya que esto permitirá que el aprendizaje sea más rápido.

Luego de haber ingresado a la información que contiene el CD encontraremos el icono SISTEMA DE COMBUST. A-320.

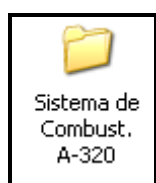


Fig. 4.2 Acción tres

Para ingresar a cualquiera de las presentaciones del menú principal, se realiza un clic y estas se abren automáticamente.

Para una mejor comprensión es primordial que el uso de los botones se realice de izquierda a derecha en orden numérico como están presentados.



Fig. 4.3 Acción Cuatro.

Para una mayor facilidad luego del ingreso al primer icono en la secuencia de uso del botón SOPORTE existe opciones en las presentaciones con el enunciado CONTINUAR, que acciona automáticamente el siguiente contenido, este botón se acciona dando un clic.



Fig. 4.4 Acción Cinco

También se puede seguir un orden lógico de estudio presionando botones de acceso directo al tema, en el orden descendente o de izquierda a derecha.



Fig. 4.5 Acción Seis

Finalmente existe un botón de las presentaciones que proporciona la opción atrás, este botón se acciona dando un clic y nos regresa a la pantalla antes mostrada.

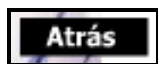


Fig. 4.6 Acción Siete.

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se realiza un análisis económico sobre los recursos que se usaron para la elaboración del sistema interactivo del funcionamiento del sistema de combustible del avión Airbus A-320.

5.1 PRESUPUESTO.

Antes de la realización del análisis económico se estipula que el valor del presupuesto ascendería a 550 USD.

5.1.2 ANÁLISIS ECONÓMICO.

Para la elaboración del Sistema Didáctico Interactivo del Funcionamiento del Sistema de Combustible del avión Airbus A-320 se tomaron en cuenta los siguientes rubros:

- Materiales.
- Aprendizaje de los programas a utilizarse.
- Gastos imprevistos.

5.1.2.1 MATERIALES.

Con respecto a los gastos realizados en materiales que se utilizaron para la elaboración del Sistema Didáctico Interactivo del funcionamiento del Sistema de Combustible del avión Airbus A-320 tenemos:

- Gastos horas máquinas.
- Gastos horas Internet.
- Gasto Disquetes.
- Gasto Hojas.

- Gastos Cartuchos de tinta.
- Gasto instalación de programas.
- Gastos CDS

5.1.2.2 APRENDIZAJE DE LOS PROGRAMAS A UTILIZARSE.

En este rubro comprende el gasto realizado en la capacitación que fue necesaria para un buen manejo de los programas utilizados en la elaboración del Sistema de Combustible del avión Airbus A-320, las capacitaciones recibidas fueron con respecto a los siguientes programas:

- AutoCAD.
- Flash MX.

5.1.2.3 GASTOS IMPREVISTOS.

Este rubro abarca todo el material de apoyo que se utilizó como copias, repetición de impresiones, copia de CDs, rollo fotográfico, viajes de asesoramiento y consulta en la Empresa Asesora TAME.

En la tabla 5.1 se detalla el costo del Sistema didáctico Interactivo del funcionamiento del Sistema de Combustible del avión Airbus A-320

Tabla 5.1 Presupuesto del Sistema Didáctico Interactivo del funcionamiento del Sistema de Combustible del avión Airbus A-320.

| PRESUPUESTO | | | | |
|--------------------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|
| DETALLE | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | TOTAL |
| Materiales | | | | |
| Gasto horas máquinas | Horas | 300 | 0.6 | 180 |
| Gasto horas Internet | Horas | 50 | 1 | 50 |
| Gasto Disquetes | Caja | 1 | 10 | 10 |
| Gasto hojas | Resmas | 3 | 3.8 | 11.4 |
| Gasto cartuchos de tinta | Unidad | 4 | 25 | 100 |
| Gasto CDs | Caja | 2 | 6 | 12 |
| Gasto instalación de programas | Unidad | 2 | 10 | 30 |
| Capacitación | | | | |

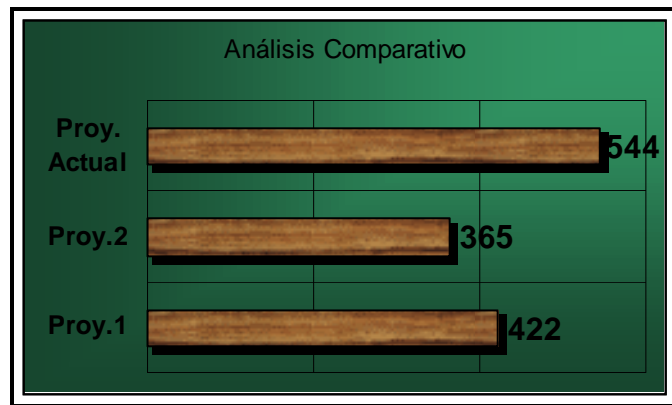
| | | | | |
|---------------------------|--------|---|-----|--------------|
| Programa AutoCAD | Unidad | 1 | 30 | 30 |
| Programa Flash MX | Unidad | 1 | 30 | 30 |
| Gastos Imprevistos | | | 100 | 100 |
| TOTAL | | | | 553.4 |

5.2 ANÁLISIS COMPARATIVO.

Se realiza el análisis comparativo tomando en cuenta los proyectos de los señores Altamirano Jaime y Villegas Erick, los cuales incurrieron en gastos de 422 USD y 365 USD respectivamente, es decir un promedio de 393.5 USD; estos proyectos se han elegido para éste análisis pues tienen similares características, ya que tratan de sistemas didácticos interactivos.

Los gastos totales del presente proyecto asciende a 553.4USD, la variación del total de gastos con los proyectos mencionaos anteriormente, se debe a que para su elaboración fue más complicada la obtención de información, ya que es tecnología de tercera generación.

Tabla 5.2 Análisis Gráfico de Comparación de Proyectos.



En concerniente a lo económico se ha llegado a la conclusión que el costo de este proyecto está dentro de los parámetros con respecto a los gastos totales de otros proyectos, los cuales tienen en sus presupuestos cuantificaciones similares.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

- Mediante el estudio técnico del funcionamiento del Sistema de Combustible del avión Airbus A-320, se obtuvo información que junto con el análisis de los programas de animación y diseño, permitió la elaboración del sistema didáctico interactivo.
- El análisis de las partes del Sistema de Combustible del avión Airbus A-320, permitió que se pueda describir de manera detallada cada uno de los componentes que conforman el sistema de Combustible en el sistema didáctico Interactivo.
- Por medio de la pantalla ECAM se visualiza de manera directa como es la nueva filosofía de lectura de instrumentos, que se caracteriza por ser digital, numérica y multifuncional, permitiendo el ahorro de espacio en la distribución instrumental en cabina.
- El diseño de los planos en AutoCAD permitió tener una base gráfica de gran calidad para realizar las animaciones en FlashMX.
- El estudio por medio de un sistema didáctico motiva al estudiante a la investigación de la mecánica y permite un mejor entendimiento. A través de una metodología de observación.
- A través del manual de operaciones se permitirá el conocimiento del correcto manejo del sistema didáctico interactivo.

6.2 RECOMENDACIONES.

- Es importante que la persona que está utilizando el CD interactivo siga la secuencia propuesta por el manual de operaciones y el orden en que están ubicados los diferentes iconos, así no habrá confusiones y el aprendizaje será más rápido.
- Los instructores que usen este material didáctico deben tener un conocimiento profundo del tema, adicional al que imparten en el CD interactivo; para cubrir cualquier inquietud de los estudiantes mediante respuestas fundamentadas y de esta forma permitir un aprendizaje de calidad.
- En la importación de gráficos del AutoCAD hacia el Flash MX es necesario que el dibujo en AutoCAD este completo, para evitar confusiones en el momento de las animaciones.
- Para un entendimiento integral del sistema se recomienda realizar una visita técnica a una empresa que posea este tipo de aviones, para que el estudiante pueda relacionar los conocimientos transmitidos por el sistema interactivo con la práctica.
- Es necesaria la buena traducción de las palabras técnicas escritas en inglés, debido a que la construcción del A-320 es Inglesa.
- Finalmente se recomienda antes de la utilización del CD interactivo, tanto para los estudiantes como para los docentes: entender claramente el manual de operaciones para que no exista confusiones en el manejo del mismo.

BIBLIOGRAFÍA.

- Biblioteca TAME, Technical Training Manual, Mechanics Course.
- Departamento de Ingeniería Airbus, CD de instrucción.
- Biblioteca TAME, Manual de Mantenimiento, Technical Data Support And Services.
- [http/Manual de Program/Macromedia/FlashMX/Readme.htm](http://Manual%20de%20Program/Macromedia/FlashMX/Readme.htm)
- [http/AdminImage/Program Manual/AutoCAD2002/Readme.htm](http://AdminImage/Program%20Manual/AutoCAD2002/Readme.htm)
- Biblioteca de Consulta Encarta 2002, Diseño asistido por Ordenador; Animación Modelada por Computadora.
- Manual de Operación Adobe Illustrator.