

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“ELABORACIÓN DE UN MANUAL INTERACTIVO QUE SIMULE EL
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN
AIRBUS 320”**

POR:

CASTRO SÁNCHEZ EDUARDO GÉRMAN

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION MOTORES**

2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. CASTRO SÁNCHEZ EDUARDO GERMÁN, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

Tlgo. Rodrigo Bautista.

Latacunga, 8 de Julio del 2011

DEDICATORIA

Muy satisfecho de haber realizado las cosas de la mejor manera, dedico el presente trabajo a quienes han contribuido con esta su recompensa. La Sra. Mariana Sánchez mi Madre, su paciencia y confianza al momento de tomar decisiones. Mi Tío Lic. Ángel Sánchez, sus valores y ejemplo de padre permitieron formarme una persona de bien. La Sra. María Sánchez mi Tía, el aprecio y el cariño que siempre comparte y su apoyo para seguirme formando como profesional.

Cabe añadir a las personas que siempre en cada instante comparten sus consejos, aprecio, y apoyo para formarme tanto como persona y como profesional.

CASTRO SÁNCHEZ EDUARDO GÉRMAN

AGRADECIMIENTO

Las gracias dios por tus bendiciones, permitiéndome llevar una vida llena de salud, y fuerza para enfrentar los obstáculos.

Mi agradecimiento extenso a mi Madre, Tío, Tía, al Sr Manuel Segovia quien siempre brinda sus consejos de padre, todos estuvieron al pendiente y también contribuyeron para culminar exitosamente este proyecto.

Agradecimientos infinitos a todos los docentes quienes con su cátedra y experiencia compartida en las aulas, guiaron el camino para formarme como profesional capaz de enfrentar los obstáculos más difíciles.

CASTRO SÁNCHEZ EDUARDO GÉRMAN

INDICE DE CONTENIDOS

	pág.
Portada.....	I
Certificación del director del trabajo de graduación.....	II
Dedicatoria	III
Agradecimientos.....	IV
Índice de contenidos	V
Índice de figuras	XII
Índice de anexos	XVI
Resumen.....	XVII
Summary.....	XVIII

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1 Tema	19
1.1 Antecedentes	19
1.2 Justificación e Importancia	19
1.3 Objetivo	20
1.3.1 Objetivo General	20
1.3.2 Objetivos Específicos	20
1.4 Alcance.....	21

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción del sistema de combustible del avión Airbus-320	22
2.1.1 Sistema de combustible de avión Airbus-320.....	22
2.1.1.1 Generalidades del sistema de combustible de avión Airbus-320	22
2.1.1.2 Definición de alimentación.....	22
2.1.1.3 Control e indicación de la cantidad de combustible.....	23
2.1.2 Capacidad utilizable de los tanques	23
2.1.2.1 Tanques de ala.....	23
2.1.2.2 Tanque central	24

2.1.2.3	Tanque de descarga y ventilación.....	24
2.1.3	Presentación de alimentación de combustible para los motores.....	25
2.1.3.1	Bombas	25
2.1.3.2	Válvulas de secuencia.....	26
2.1.3.3	Válvula de alimentación cruzada.....	26
2.1.3.4	Válvulas de baja presión	26
2.1.3.5	Switch de presión	26
2.1.3.6	Válvulas de transferencia	26
2.1.3.7	Válvula de alivio de aire.....	27
2.1.4	Sistema de control del combustible.....	27
2.1.5	Presentación del monitor electrónico centralizado de combustible del avión (ECAM).....	28
2.1.5.1	Combustible a bordo	28
2.1.5.2	Combustible utilizado	28
2.1.5.3	Cantidad de combustible	29
2.1.5.4	Temperatura de combustible.....	29
2.1.5.5	Válvulas de baja presión de combustible	29
2.1.5.6	Bombas de los tanques	29
2.1.5.7	Válvula de transferencia.....	30
2.1.5.8	Válvula de alimentación cruzada.....	30
2.1.5.9	Válvula de baja presión de la APU	30
2.1.6	Operación del sistema de combustible.....	31
2.1.6.1	Modo automático	31
2.1.6.2	Modo manual.....	32
2.1.7	Advertencias del sistema de combustible.....	32
2.1.7.1	Baja presión en la bomba N°-1 del tanque izquierdo	32
2.1.7.2	Baja presión en la bomba N°-2 del tanque central	33
2.1.7.3	Baja presión en la bomba N°-1 y 2 del tanque derecho	33
2.1.7.4	Baja presión en la bomba N°-1 y 2 del tanque central	33
2.1.7.5	Falla en la Válvula de alimentación cruzada	33
2.1.7.6	Válvula de baja presión de combustible del motor N °-1, abierta	34
2.1.7.7	Bajo nivel en el tanque del ala izquierda	34
2.1.7.8	Válvula de transferencia derecha, cerrada	34
2.1.7.9	Alta temperatura en la celda externa del tanque izquierdo.....	34

2.1.7.10	Baja temperatura en la celda externa del tanque derecho	34
2.1.7.11	Falla en la alimentación automática	35
2.2	Almacenamiento, descarga y recirculación	35
2.2.1	Descripción y operación del sistema de descarga	35
2.2.1.1	Tanque de ventilación de combustible	35
2.2.1.2	Sistema de ventilación del tanque de ala	36
2.2.1.3	Sistema de ventilación del tanque central	36
2.2.1.4	Protector de sobre presión	37
2.2.1.5	Válvula flotante tipo boya de descarga.....	38
2.2.2	Presentación del sistema de enfriamiento de aceite del IDG	38
2.2.2.1	Principio.....	38
2.2.2.2	Retorno de combustible.....	39
2.2.2.3	Sistema lógico de las bombas.....	39
2.2.2.4	Control de la válvula de desviación y retorno de combustible	40
2.2.3	Operación de la válvula de drenaje de agua	41
2.2.3.1	Generalidades	41
2.2.4	Componentes del sistema de descarga	42
2.2.4.1	Válvula de drenado de agua.....	42
2.2.4.2	Válvula de paso	42
2.2.4.3	Tapa / adaptador de llenado.....	43
2.2.4.4	Protector de sobrepresión	43
2.2.4.5	Protector de descarga de combustible	44
2.2.4.6	Válvula de descarga tipo boya	44
2.2.4.7	Válvula de retención	45
2.2.4.8	Válvula de alivio de presión.....	45
2.2.4.9	Succionador de descarga.....	46
2.2.4.10	Sello de vapor	46
2.2.4.11	Múltiple para drenaje	47
2.2.4.12	Monitor de fuga	47
2.3	Distribución de combustible.....	48
2.3.1	Descripción y operación del sistema de alimentación a los motores.....	48
2.3.1.1	Generalidades	48
2.3.1.2	Bombas principales	48
2.3.1.3	Contenedor de las válvulas de retención.....	49

2.3.1.4	Switch de presión	49
2.3.1.5	Válvula de succión bypass	50
2.3.1.6	Válvula liberadora de aire.....	50
2.3.1.7	Válvula de baja presión	50
2.3.1.8	Bombas de presión diferencial	50
2.3.1.9	Válvula de alimentación cruzada.....	51
2.3.1.10	Válvula de secuencia.....	51
2.3.1.11	Válvulas de transferencia de la celda interna	51
2.3.1.12	Abastecimiento lógico de combustible.....	51
2.3.2	Componentes del sistema de la bomba principal de combustible	52
2.3.2.1	Switch de presión	52
2.3.2.2	Válvula de descarga de aire	52
2.3.2.3	Válvula de secuencia.....	53
2.3.2.4	Bomba de combustible del tanque central.....	53
2.3.2.5	Bomba de combustible del tanque de ala.....	54
2.3.2.6	Bomba de recuperación	54
2.3.2.7	Válvula de transferencia.....	55
2.3.2.8	Conductor de la válvula de transferencia	55
2.3.2.9	Actuador de la válvula de transferencia.....	56
2.3.3	Componentes del motor	56
2.3.3.1	Presión / recirculación de la válvula de retención.....	56
2.3.3.2	Válvula de retención	56
2.3.3.3	Válvula de alimentación cruzada	57
2.3.3.4	Actuador de la válvula de alimentación cruzada	57
2.3.3.5	Válvula de baja presión de combustible del motor	58
2.3.3.6	Actuador de la válvula de baja presión de combustible del motor.....	58
2.4	Carga y descarga de combustible	59
2.4.1	Presentación del sistema de carga y descarga de combustible	59
2.4.1.1	Acople de carga y descarga de combustible	59
2.4.1.2	Válvula de aire de entrada y drenaje	60
2.4.1.3	Sensores de alto nivel de combustible	60
2.4.1.4	Válvulas de llenado	61
2.4.1.5	Válvula de transferencia de descarga	61
2.4.1.6	Difusores	62

2.4.1.7	Válvula de alivio de presión.....	62
2.4.2	Panel de control de carga y descarga de combustible	63
2.4.2.1	Indicador múltiple de los tanques	63
2.4.2.2	Luces de alto nivel de combustible.....	63
2.4.2.3	Selectores de la válvula de carga de combustible.....	64
2.4.2.4	Selector de modo	64
2.4.2.5	Luz de abierto.....	65
2.4.2.6	Switch de prueba.....	65
2.4.2.7	Pantalla preseleccionado	65
2.4.2.8	Indicación actual de combustible.....	66
2.4.2.9	Interruptor basculador (rocker switch)	66
2.4.2.10	Luz de conclusión.....	66
2.4.3	Presentación del pre-selector en la cabina del avión	66
2.4.3.1	Generalidades	66
2.4.3.2	Pre-selector de cantidad de combustible	67
2.4.4	Operación automática de carga de combustible	68
2.4.4.1	Preparación	68
2.4.4.2	Panel 800 VU	69
2.4.4.3	Carga automática de combustible	70
2.4.4.4	Operación terminada.....	70
2.4.5	Operación manual de carga de combustible	71
2.4.6	Operación de descarga de combustible	71
2.4.7	Operación de transferencia de combustible	72
2.4.8	Componentes del sistema de carga / descarga de combustible	72
2.4.8.1	Precauciones de seguridad.....	72
2.4.8.2	Acople de carga	73
2.4.8.3	Difusor	73
2.4.8.4	Válvula de drenaje de combustible.....	74
2.4.8.5	Válvula de alivio de presión del tanque central	74
2.4.8.6	Válvula de retención de la cañería de derramamiento	75
2.4.8.7	Válvula de carga de combustible.....	75
2.4.8.8	Contenedor de la válvula de carga de combustible.....	75
2.4.8.9	Válvula de transferencia de carga de combustible	76
2.4.8.10	Actuador de la válvula de carga / transferencia.....	76

2.4.8.11	Válvula de entrada de aire.....	76
2.5	Indicadores de combustible.....	77
2.5.1	Indicadores de cantidad de combustible	77
2.5.1.1	Generalidades	77
2.5.1.2	Indicación del computador FQI (fuel quantity indicator).....	78
2.5.1.3	Indicador de sondas	78
2.5.1.4	Indicador del compensador Índice de capacitancia	78
2.5.1.5	Indicador de cadencia	79
2.5.1.6	Indicador de la FLSCU (fuel level sensing control unit).....	79
2.5.1.7	Indicador del panel de control de carga de combustible.....	80
2.5.1.8	Indicador del tanque múltiple (MTI)	80
2.5.1.9	Indicador del preselector	80
2.5.1.10	Indicador de control del tren de aterrizaje	81
2.5.1.11	Indicador de la unidad de referencia datos / inercia aérea (ADIRU).....	81
2.5.1.12	Indicador de la pantalla del sistema centralizado de falla (CFDS)	81
2.5.1.13	Indicador de dirección de vuelo y computadoras guía (FMGC).....	82
2.5.1.14	Indicador del monitor electrónico centralizado del avión (ECAM)	82
2.5.2	Manual de dimensiones.....	82
2.5.2.1	Localizador del indicador magnético del nivel de combustible	82
2.5.2.2	Indicador magnético del nivel de combustible	83
2.5.2.3	Monitor de posición	83
2.5.2.4	Tablas de cantidad de combustible	84
2.5.3	Componentes del sistema de indicación de cantidad de combustible.....	84
2.5.3.1	Sondas de cantidad de combustible.....	84
2.5.3.2	Sensor de cadencia de combustible.....	85
2.5.3.3	Preselector de la cantidad de combustible	85
2.5.3.4	Indicador de los tanque múltiples	86
2.5.3.5	Computadora de indicación de cantidad de combustible (FQIC)	86
2.5.3.6	Módulo de memoria.....	87
2.5.3.7	Indicador magnético manual (MMI)	87
2.5.4	Componentes de los sensores de nivel de combustible.....	88
2.5.4.1	Descripción.....	88
2.5.4.2	Sensor de alto nivel de combustible	88
2.5.4.3	Sensor de bajo nivel de combustible	89

2.5.4.4	Sensor de nivel lleno de combustible	89
2.5.4.5	Sensor de nivel medio de combustible	90
2.5.4.6	Sensor de sobre flujo.....	90
2.5.4.7	Sensor de temperatura del tanque de ala	90
2.5.4.8	Unidad de control de los sensores de nivel de combustible.....	91
2.5.4.9	Sensor de corte del generador de conducción integrada (IDG)	91

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

pág.

3.1	Preliminares	92
3.2	Diseño del software informático	92
3.2.1	Adobe Ilustrador CS4	93
3.2.1.1	Redibujo de los paneles de control y diagrama de componentes	93
3.2.1.2	Diseño de las páginas de inicio y menú	96
3.2.1.3	Diseño de páginas de funcionamientos del sistema de combustible.....	99
3.2.2	Adobe PhotoShop CS4	101
3.2.2.1	Diseño fotográfico de la cabina del avión A320.....	101
3.2.3	Adobe Flash CS4 Professional.....	103
3.2.3.1	Creación de animaciones	103
3.2.3.2	Secuencia de animación	103
3.2.4	Diagrama de flujo del funcionamiento	110
3.2.5	Presentación final	111
3.3	Pruebas de Software	114
3.4	Manual de operación e instalación del programa interactivo.....	114

CAPÍTULO IV

4.1	Conclusiones.....	118
4.2	Recomendaciones.....	119
	Glosario.....	120
	Abreviaturas y siglas	123
	Bibliografía	125

INDICE DE FIGURAS

pág.

Fig. 2.1	Definición alimentación de combustible.....	22
Fig. 2.2	Tanques de ala.....	23
Fig. 2.3	Tanque central	24
Fig. 2.4	Tanque de descarga y ventilación	25
Fig. 2.5	Alimentación de combustible a motores	25
Fig. 2.6	Panel de control de combustible	27
Fig. 2.7	Pantalla ECAM	28
Fig. 2.8	Controles de operación del sistema de combustible	31
Fig. 2.9	Sistema de descarga del vent surge tank.....	35
Fig. 2.10	Sistema de descarga del tanque del ala.....	36
Fig. 2.11	Sistema de descarga del tanque central	37
Fig. 2.12	Ubicación de protector de sobrepresión	37
Fig. 2.13	Ubicación de válvula flotante tipo boya	38
Fig. 2.14	Válvula de drenaje de agua.....	42
Fig. 2.15	Válvula de paso.....	42
Fig. 2.16	Tapa / adaptador de llenado.....	43
Fig. 2.17	Protectores de sobrepresión	43
Fig. 2.18	Ubicación protector de descarga de combustible.....	44
Fig. 2.19	Válvula tipo boya	44
Fig. 2.20	Válvula check	45
Fig. 2.21	Válvula alivio de presión.....	45
Fig. 2.22	Válvula succión.....	46
Fig. 2.23	Sello de vapor	46
Fig. 2.24	Múltiple de drenaje	47
Fig. 2.25	Monitor de fuga	47
Fig. 2.26	Switch de presión	52
Fig. 2.27	Válvula de descarga de aire	52
Fig. 2.28	Funcionamiento de la válvula	53
Fig. 2.29	Válvula de secuencia.....	53
Fig. 2.30	Bomba de combustible tanque central	53
Fig. 2.31	Bomba de tanque de ala	54
Fig. 2.32	Bomba de recuperación	54

Fig. 2.33	Válvula de transferencia	55
Fig. 2.34	Conductor válvula de transferencia	55
Fig. 2.35	Actuador válvula de transferencia	56
Fig. 2.36	Válvula holding	56
Fig. 2.37	Válvula de retención	56
Fig. 2.38	Válvula de alimentación cruzada	57
Fig. 2.39	Actuador válvula de transferencia	57
Fig. 2.40	Válvula de baja presión	58
Fig. 2.41	Actuador válvula de baja presión.....	58
Fig. 2.42	Sistema de carga y descarga de combustible	59
Fig. 2.43	Ubicación del acople de carga y descarga	59
Fig. 2.44	Ubicación válvula de entrada de aire y drenaje.....	60
Fig. 2.45	Ubicación sensor de alto nivel	60
Fig. 2.46.	Ubicación válvula de llenado	61
Fig. 2.47	Ubicación válvula de transferencia	61
Fig. 2.48	Ubicación difusores	62
Fig. 2.49	Ubicación válvula de alivio de presión.....	62
Fig. 2.50	Panel de control para carga y descarga de combustible.....	63
Fig. 2.51	Indicador múltiple de los tanques	63
Fig. 2.52	Luces de alto nivel de combustible.....	63
Fig. 2.53	Selectores de la válvula de carga de combustible.....	64
Fig. 2.54	Selector de modo	64
Fig. 2.55	Luz de abierto.....	65
Fig. 2.56	Interruptor de prueba.....	65
Fig. 2.57	Pre-selectado	65
Fig. 2.58	Actual	66
Fig. 2.59	Interruptor basculador (Rocker switch).....	66
Fig. 2.60	Luz de conclusión.....	66
Fig. 2.61	Pre-selector optativo de cantidad de combustible de vuelo.....	67
Fig. 2.62	Punto de operación manual de carga de combustible.....	71
Fig. 2.63	Paneles de carga y descarga de combustible	71
Fig.2.64	Acople de carga y descarga de combustible	73
Fig. 2.65	Difusor	73
Fig. 2.66	Válvula de drenaje de combustible.....	74

Fig. 2.67	Válvula de alivio de presión del tanque central	74
Fig. 2.68	Válvula de retención	75
Fig. 2.69	Válvula de carga de combustible.....	75
Fig. 2.70	Contenedor de válvula de carga de combustible.....	75
Fig. 2.71	Válvula de transferencia	76
Fig. 2.72	Actuador de válvula de carga	76
Fig. 2.73	Válvula entrada de aire.....	76
Fig. 2.74	Diagrama de los indicadores de cantidad de combustible.....	77
Fig. 2.75	Indicador del FQI	78
Fig. 2.76	Indicador de sondas	78
Fig. 2.77	Indicador del compensador índice de capacitancia.....	78
Fig. 2.78	Indicador del icono de cadencia de combustible	79
Fig. 2.79	Indicador del FLSCU	79
Fig. 2.80	Indicador panel de control de carga de combustible	80
Fig. 2.81	Indicador del MTI.....	80
Fig. 2.82	Indicador del Pre-selector.....	80
Fig. 2.83	Indicador de control del tren de aterrizaje	81
Fig. 2.84	Indicador del ADIRU.....	81
Fig. 2.85	Indicador de CFDS	81
Fig. 2.86	Indicador de FMGC	82
Fig. 2.87	Indicador del ECAM.....	82
Fig. 2.88	Localización del indicador magnético de nivel de combustible.....	82
Fig. 2.89	Indicador magnético del nivel de combustible	83
Fig. 2.90	Monitor de posición	83
Fig. 2.91	Tabla cantidad de combustible.....	84
Fig. 2.92	Sondas de cantidad de combustible.....	84
Fig. 2.93	Sensor de cadencia de combustible.....	85
Fig. 2.94	Pre-selector cantidad de combustible.....	85
Fig. 2.95	Indicador tanques múltiples.....	86
Fig. 2.96	Presentación de la FQIC	86
Fig. 2.97	Presentación módulo de memoria	87
Fig. 2.98	Indicador magnético manual	87
Fig. 2.99	Sensor de alto nivel	88
Fig. 2.100	Sensor de bajo nivel	89

Fig. 2.101	Sensor de nivel lleno	89
Fig. 2.102	Sensor de nivel medio	90
Fig. 2.103	Sensor de sobre flujo.....	90
Fig. 2.104	Sensor de temperatura del tanque de ala	90
Fig. 2.105	FLSCU.....	91
Fig. 2.106	Sensor de corte del IDG	91
Fig. 3.1	Panel de control.....	93
Fig. 3.2	Panel de carga y descarga de combustible.....	94
Fig. 3.3	Pantalla ECAM	95
Fig. 3.4	Diagrama de componentes	95
Fig. 3.5	Página de inicio	96
Fig. 3.6	Página de menú / funcionamiento	97
Fig. 3.7	Página de menú / paneles.....	98
Fig. 3.8	Página de llenado / funcionamiento.....	99
Fig. 3.9	Plantilla del sistema de combustible.....	100
Fig. 3.10	Imagen insertada a la cabina	101
Fig. 3.11	Cabina avión A320	102
Fig. 3.12	Plataforma / Adobe Ilustrador	104
Fig. 3.13	Página menú / Adobe Flash	104
Fig. 3.14	Página menú / paneles / Adobe Flash.....	105
Fig. 3.15	Panel overhead panel	106
Fig. 3.16	Página funcionamiento	107
Fig. 3.17	Página funcionamiento / llenado.....	108
Fig. 3.18	Inicio	111
Fig. 3.19	Menú Principal.....	111
Fig. 3.20	Página 1 – Paneles	112
Fig. 3.21	Página 2 – Componentes	112
Fig. 3.22	Página 3 – Funcionamiento.....	113
Fig. 3.23	Página 4 - Sist. Ventilación.....	113
Fig. 3.24	Acción uno y dos	114
Fig. 3.25	Acción tres.....	115
Fig. 3.26	Inicio	115
Fig. 3.27	Menú principal	115
Fig. 3.28	Opciones de funcionamiento	116

Fig. 3.29	Instrucciones	116
Fig. 3.30	Acción uno y dos	117

TABLA DE ANEXOS

ANEXOS

Anexo "A"	Anteproyecto	126
Anexo "A1"	Entrevista	158

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, nace con el objetivo de consolidar el camino a la excelencia educativa de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, así como también para la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica mención Motores, su contenido trata de la elaboración de un Manual Interactivo que simule el funcionamiento del Sistema de Combustible del Avión Airbus 320.

El manual interactivo de funcionamiento del sistema de combustible del avión Airbus 320, está debidamente organizado con una secuencia establecida en el manual de entrenamiento el cual es certificado y entregado por la empresa Airbus.

Capítulo I, plantea la importancia y objetivos, los cuales fueron de vital importancia para definir el presente proyecto.

Capítulo II, presenta la descripción puntualizada del sistema de combustible del Avión Airbus 320, sus componentes, controles e indicaciones los cuales faciliten conocer la ubicación de sus partes que conforman el sistema y también su funcionamiento.

Capítulo III, se detalla tanto los preliminares, como el diseño del software informático, en la cual se describe las mejores alternativas de las técnicas y programas que van a ser utilizados para el diseño y la animación del sistema didáctico interactivo.

Finalmente, en el capítulo IV, se detalla las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto.

SUMARY

The present project is born with the objective of consolidating the one in route to the educational excellence of the students of the Institute Technological Aeronautical Superior, as well as for the obtaining of Technologist's title in Mechanics Aeronautical mention Motors, heir content is about the elaboration of an Interactive Manual that the simulate the operation of the Fuel System of the Airplane Airbus 320.

The interactive manual of operation of the fuel system of the airplane Airbus 320, it is properly organized with a sequence settled down in the manual of training which is certified and surrendered by the company Airbus.

Chapter I, outlines the importance and objectives, which were of vital importance to define the present project.

Chapter II, it presents the remarked description of the fuel system from the Airplane Airbus 320, their components, controls and indications which facilitate to know the location on their parts that they conform the system and also their operation.

Chapter III, it is detailed the preliminary so much, as the design of the computer software, in which is described the best alternatives in the techniques and programs that will be used for the design and the animation of the interactive didactic system.

Finally, in the chapter IV, it is detailed the summations and recommendations of the present project.

CAPÍTULO I

1 Tema: “Elaboración de un Manual Interactivo que simule el funcionamiento del Sistema de Combustible del Avión Airbus 320”.

1.1 Antecedentes

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) oferta a la comunidad varias carreras que presenta en el campo Aeronáutico, una de ellas es la Mecánica Aeronáutica, que forma Tecnólogos que se desempeñan en el ámbito laboral como técnicos en mantenimiento aeronáutico ya sea en línea de vuelo o en los talleres de mantenimiento aeronáutico. Por su formación académica, técnico-científica, ya que se hallan capacitados para desarrollar trabajos de talles y administrativos bajo criterios del mejoramiento continuo.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico siendo una Escuela de Capacitación Aeronáutica que posee certificación de la DGAC, está en la obligación de cumplir con las exigencias dispuestas por la autoridad aeronáutica, como el de contar con material interactivo de funcionamiento del sistema de combustible del avión Airbus 320, el cual contribuya al aprendizaje teórico-práctico de los estudiantes.

1.2 Justificación e Importancia.

En el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, la Carrera de Mecánica Aeronáutica comprende actividades que requieren un alto grado de profesionalismo que no admite errores, por lo cual se desarrolla un gran esfuerzo para capacitar profesionales de calidad en las diferentes áreas de mantenimiento y más aun al no portar un material interactivo que simule el funcionamiento del sistema de combustible del avión Airbus 320.

El proyecto de grado tiene como fin, solucionar problemas de instrucción que afectan al conocimiento científico de los estudiantes. De manera conjunta instructores y estudiantes serán participes de contar un manual instructivo interactivo del sistema de combustible actualizado de última tecnología, permitiendo ser competitivos y comprometidos con el desarrollo aeroespacial.

1.3 Objetivos

1.3.1 General.

Elaborar un sistema de entrenamiento didáctico interactivo que simule el funcionamiento del Sistema de Combustible del avión Airbus 320, basado en ATA 28, el cual será una alternativa de aprendizaje profesional y técnica en los estudiantes de Mecánica Aeronáutica.

1.3.2 Específicos:

- Recolectar información concerniente al sistema de combustible del avión Airbus 320.
- Clasificar de la investigación, la mejor alternativa de diseño y animación, que permita efectuar el trabajo de la mejor forma.
- Desarrollar el diseño gráfico y de animación de los principales paneles, los cuales tendrán una secuencia en el funcionamiento del sistema de combustible.
- Realizar las pruebas suficientes de aplicación y funcionamiento del CD para garantizar el uso del mismo, y permita conocer complejamente el sistema de combustible del avión Airbus 320.

1.4 Alcance.

El proyecto de grado será diseñado de acuerdo con los requerimientos técnicos, los mismos que permitan comprender de la mejor manera, su funcionamiento como también la descripción general de todos los componentes del sistema de combustible del avión Airbus 320, el cual será una alternativa de estudio para los instructores que imparten las materias técnicas de aviación, de la misma manera facilitara la instrucción práctica en los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención motores y estructuras del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción del sistema de combustible del avión Airbus 320.

2.1.1 Sistema de combustible del avión Airbus 320.

El objetivo de este modulo es el de interpretar las diferentes funciones del sistema de combustible incluyendo los temas de nueva tecnología.

2.1.1.1 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).

2.1.1.2 Definición de alimentación.

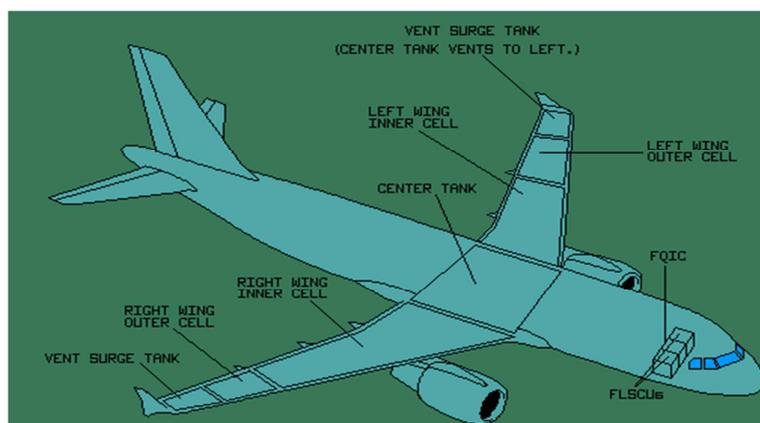


Fig. 2.1: Alimentación de combustible
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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, envía combustible a la celda interna.

2.1.1.3 Control e indicación de cantidad de combustible.

Las funciones del sistema de combustible son las siguientes: 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:

- Computador de indicación de cantidad de combustible (FQIC).
- Unidades de control para censar el nivel de combustible (FLSCUs).

2.1.2 Capacidad utilizable de los tanques.

El combustible cabe en tres tanques.

Aquí se estudia las capacidades de cada uno de los tanques de combustible, los cuales son:

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

2.1.2.1 Tanques de ala.

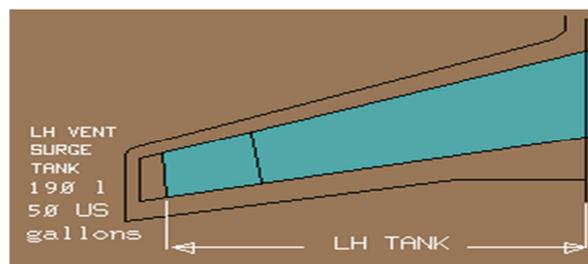


Fig.2.2: Tanques de ala
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

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

Ala izquierda o derecha:

Densidad= 6.7 LH o RH wing. Lbs/US gal.	Celda externa	Celda interna
KG	691	5436
LBS	1523	11984

2.1.2.2 Tanque central.

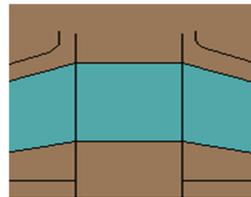


Fig. 2.3: Tanque central

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Densidad= 6.7 Lbs/US gal.	Central
KG	6476
LBS	14278

Total de combustible a bordo (FOB): 18729 KG / 41291 LBS

2.1.2.3 Tanque de descarga y ventilación (surge tank).

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

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

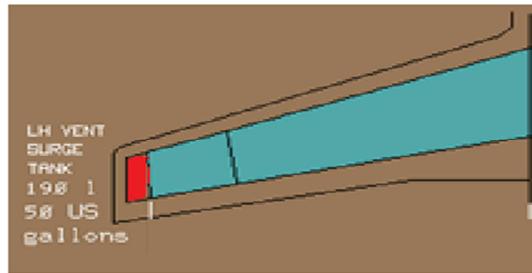


Fig. 2.4: Tanque de descarga y ventilación
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.1.3 Presentación de alimentación de combustible a los motores.

En este modulo, se describen los principales componentes del sistema de combustible.

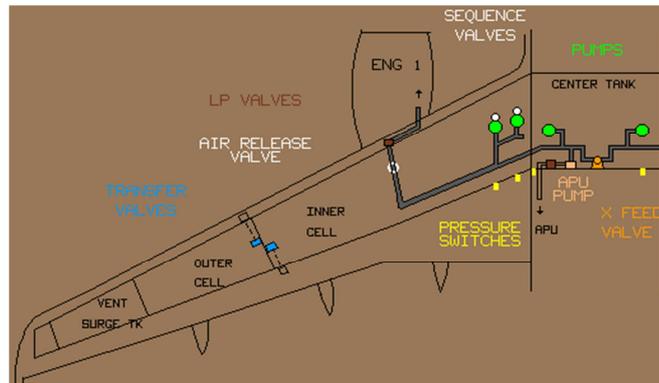


Fig. 2.5: Alimentación de combustible a motores.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

2.1.3.1 Bombas.

Cada tanque principal tiene dos bombas, estas son utilizadas para el abastecimiento de combustible a los motores, 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.

2.1.3.2 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.

2.1.3.3 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.

2.1.3.4 Válvula de baja presión.

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

2.1.3.5 Switch de presión.

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

2.1.3.6 Válvulas de transferencia.

Permiten la transferencia de combustible desde la celda externa hacia la celda interna, ella se abre 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.

2.1.3.7 Válvula de alivio de aire.

Cada línea de abastecimiento de combustible incorpora una válvula de alivio de combustible en el punto más alto que permita a la línea de combustible, ser sangrada del aire, para evitar que se llenen de aire y vapor durante el movimiento del combustible en las bombas.

2.1.4 Sistema de control del combustible.

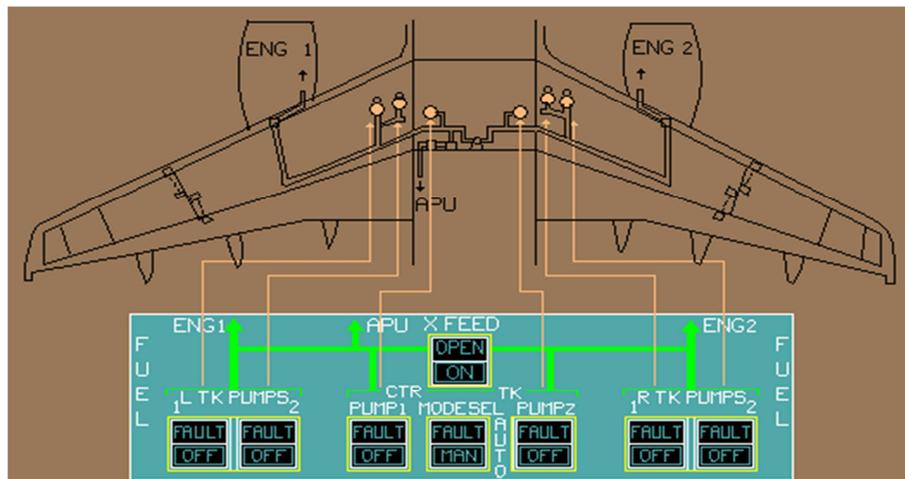


Fig. 2.6: Panel de control del combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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, está normalmente cerrada, si el botón es presionado la válvula se abre y una luz blanca encendido (ON) se prende, la luz abierto (OPEN) verde se prende cuando la válvula está totalmente abierta.

2.1.5 Presentación del monitor eléctrico centralizado de combustible del avión (ECAM).

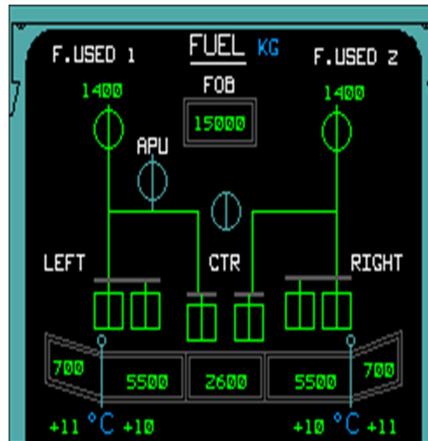


Fig. 2.7: Pantalla ECAM
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.1.5.1 Combustible a bordo.

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

15000

1.- El combustible a bordo (FOB) corresponde al total de combustible en KG.

15000

2.- Indica que (FOB) no es completamente utilizable.

2.1.5.2 Combustible utilizado.

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

Identificación del motor número: **1** (blanco)

1 (Inactivo)

Indicación del combustible usado: **1400** (restaure para encender el motor)

Xx (no presenta flujo de combustible).

2.1.5.3 Cantidad de combustible.

La cantidad de combustible en cada celda es presentada de la siguiente manera:

5500: Normal

~~5500~~: Indicación incorrecta

700 : Cantidad no utilizable (para celda externa)

xx tidad de combustible no valida.

2.1.5.4 Temperatura de combustible.

La temperatura de combustible en cada celda es mostrada en color verde cuando es normal y ámbar cuando es a normal. La indicación de la temperatura de combustible pulsa cuando esta bajo -40°C ó 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.

2.1.5.5 Válvulas de baja presión de combustible.

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: **ENGINEFIRE P/B**).
(Accionado o **ENGINE MASTER**switch puesto Off).

 Transito

 Inoperativo

2.1.5.6 Bombas de los tanques.

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

 Bomba en posición ON y presión normal.

 Bomba del tanque central auto cortada.

 Bomba en posición Off.

 Bomba en posición On y baja presión.

2.1.5.7 Válvula de transferencia.

La posición de esta válvula esta 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

 Transito

2.1.5.8 Válvula de alimentación cruzada.

La válvula de alimentación cruzada presenta sus diferentes posiciones:

 Cerrada.

 Abierta.

 Cerrada con P/B On.

 Abierta con P/B Off.

 Transito.



2.1.5.9 Válvula de baja presión de la APU.

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

 Normalmente abierta

 Normalmente cerrada

 Normalmente abierta: **APUFIRE**pb accionado o **APU MASTER**switch Off.

 Cerrada: **APUFIRE**pushbutton no accionado o **APU MASTER**switchOn.

2.1.6 Operación del sistema de combustible.



Fig. 2.8: Controles de operación del sistema de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

2.1.6.1 Modo automático.

Cuando el avión está en tierra, los flaps presentan la ubicación de extendidos, independientemente de lo antes mencionado, las bombas de los tanques externos son encendidas desde el panel 40 VU. Seguidamente encendemos el avión, y el ECAM presenta lo que se encera la indicación de combustible usado ha (0) y la indicación del motor relacionado 1 o 2 cambia a color blanco.

Luego del arranque de los motores e independientemente de la ubicación de los flaps, las bombas del tanque central tienen prioridad sobre las bombas de los tanques de las alas para alimentar por 2 minutos, a los motores.

Luego que pasan los 2 minutos, las bombas del tanque central paran porque los flaps aun están extendidos.

Una vez que el avión decola, los flaps son retraídos, y las bombas del tanque central alimentan nuevamente a los motores 1 y 2.

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 totalmente, aproximadamente por 5 minutos, luego del de haber pasado ese tiempo, los motores son abastecidos, por el combustible de los tanques de las alas.

El combustible es consumido de la celda interna hasta una cierta cantidad, luego el combustible de la celda externa pasa a través de la válvula de transferencia (se cierran en la próxima carga de combustible), a la celda interna las mismas que seguirán alimentando a los motores 1 y 2.

Cuando el avión ha aterrizado y los motores han sido apagados, la identificación de combustible es mostrada en el ECAM.

2.1.6.2 Modo manual.

La luz de falla se ilumina en el modo selector del panel 40 VU, las indicaciones de bajo (LOW) en ámbar indica que el abastecimiento de combustible ha disminuido y la alarma de alimentación de combustible (FUEL FEED) aparecen en la pantalla ECAM.

2.1.7 Advertencias del sistema de combustible.

A continuación se describen las alarmas de fallas presentadas en sistema de combustible.

2.1.7.1 Baja presión en la bomba N.- 1 del tanque izquierdo.

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

2.1.7.2 Baja presión en la bomba N.- 2 del tanque central.

La indicación de baja presión de la bomba N.- 2 del tanque central aparece con señal escrita (FAULT) de color ámbar en el panel de control de combustible como también de la posición, en la pantalla ECAM.

Además se presenta otra alarma auditiva y visual (MASTER CAUT) color ámbar.

2.1.7.3 Baja presión en las bombas N.- 1 y 2 del tanque derecho.

La indicación de baja presión de las bombas N.- 1 y 2 del tanque derecho aparece con doble señal escrita (FAULT) de color ámbar en el panel de control de combustible como también la indicación de doble posición, en la pantalla ECAM.

Además se presenta otra alarma auditiva y visual (MASTER CAUT) color ámbar.

2.1.7.4 Baja presión en las bombas N.- 1 y 2 del tanque central.

La indicación de baja presión de las bombas N.- 1 y 2 del tanque central aparece con doble señal escrita (FAULT) de color ámbar en el panel de control de combustible así mismo la indicación 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 utilizado.

2.1.7.5 Falla en la válvula de alimentación cruzada.

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

2.1.7.6 Válvula de baja presión de combustible del motor N.- 1, abierta.

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

2.1.7.7 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.

2.1.7.8 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.

2.1.7.9 Alta temperatura en la celda externa del tanque izquierdo.

La temperatura del combustible en la celda externa de tanque izquierdo se muestra con alarma visual escrita así mismo la indicación de posición, en la pantalla ECAM.

Además se presenta otra alarma auditiva y visual (MASTER CAUT) color ámbar.

2.1.7.10 Baja temperatura en la celda interna del tanque derecho.

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

2.1.7.11 Falla en la 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 así mismo la indicación 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 y menos de 5000 Kg en los tanques izquierdo o derecho.

2.2 Almacenamiento, descarga y recirculación.

2.2.1 Descripción / operación del sistema de descarga.

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

2.2.1.1 Tanque de ventilación de combustible (vent surge tank).

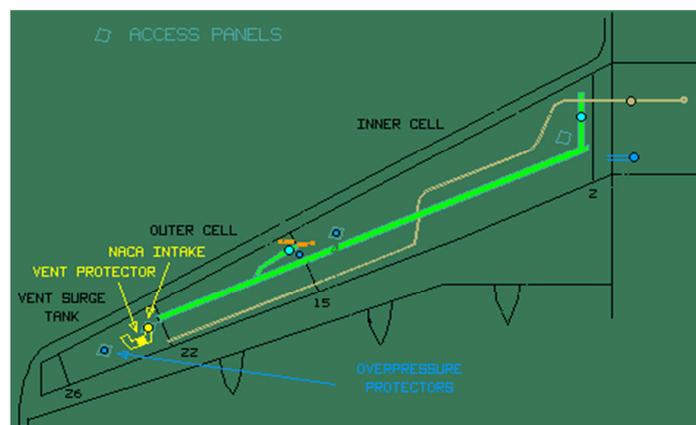


Fig. 2.9: Sistema de descarga del vent surge tank
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Dentro del conducto de ventilación 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 de ventilación al tanque de desbordes (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, por medio del succionador(NACA INTAKE), que está conectado al sistema de ventilación del tanque.

2.2.1.2 Sistema de ventilación del tanque de ala.

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

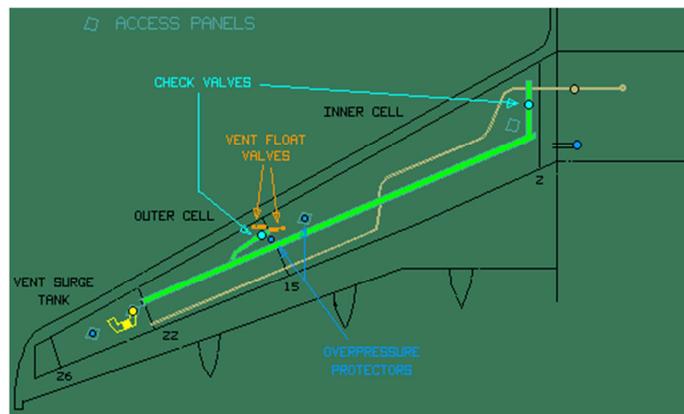


Fig. 2.10: Sistema de descarga del tanque del ala.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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 ventilación permite a cualquier combustible que encuentre su camino dentro de la línea de ventilación para ser drenada dentro del tanque.

2.2.1.3 Sistema de ventilación del tanque central.

El tanque central tiene ventilación de combustible a través de una línea, al tanque de desborde (surge tank), del tanque izquierdo.

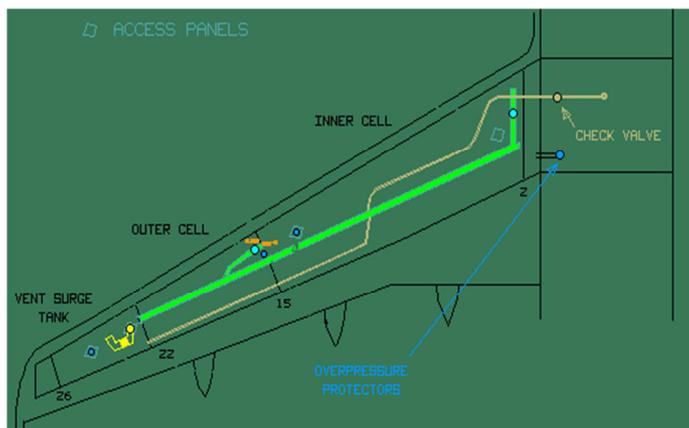


Fig. 2.11: Sistema de descarga del tanque central.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

La línea de ventilación del tanque central es una línea abierta convencional, bastante grande para que recorra la corriente de aire, la cual es proporcionada por una válvula retención (checkvalve).

2.2.1.4 Protector de sobrepresión.

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 N.- 15 del ala.

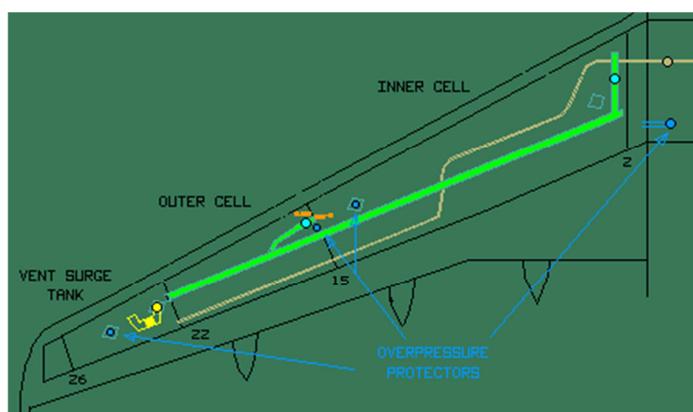


Fig. 2.12: Ubicación del protector de sobrepresión.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

El exceso de presión en la celda interna o en el tanque de desborde (surge tank), es expulsada al exterior, por medio de 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.

2.2.1.5 Válvula flotante tipo boya de descarga.

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

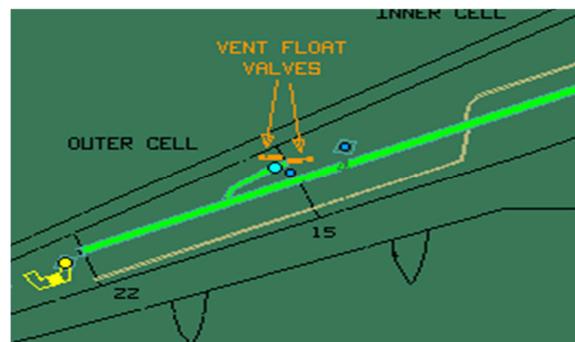


Fig. 2.13: Ubicación de válvula flotante tipo boya.
Fuente: VACBI –Manual de Entrenamiento A320

Los extremos abiertos, de los ductos y la válvula de flotador de alivio, son los 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.

2.2.2 Presentación del sistema de enfriamiento de aceite del generador impulsador integrado (IDG).

2.2.2.1 Principio.

El aceite del generador impulsador integrado (IDG), es enfriado por el combustible. Un sistema de recirculación está instalado para tal fin.

Una parte de combustible que es alimentado a los motores, es utilizado para enfriar el aceite del generador impulsador integrado(IDG).

Una válvula de desviación y retorno de combustible FRV (FUEL RETURNVALVE) permite que el combustible caliente sea retornado a la celda externa del tanque.

2.2.2.2 Retorno de combustible.

El combustible que ha pasado por el generador impulsador integrado IDG es depositado al tanque externo, a través de la válvula que retorna el combustible(FUEL RETURNVALVE), por medio de una válvula de retención (checkvalve) 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 está ocupando.

La válvula de presión caliente mantiene una presión de 18 psi en la línea de retorno; si la presión incrementa, el combustible es sagrado 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.

2.2.2.3 Sistema lógico de las bombas.

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

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

Quien controla el sistema de recirculación: la unidad de control que sensa el nivel de combustible(FLSCU1) y el control del motor electrónico (EEC1), controla el

sistema de recirculación del motor izquierdo, la unidad de control que sensa el nivel de combustible (FLSCU2) y el control del motor electrónico (EEC2), controla el sistema de recirculación del motor derecho.

El sistema lógico entonces reinicia la bomba del tanque central.

2.2.2.4 Control de la válvula de desviación y retorno de combustible.

Bajo nivel.

Cuando existe bajo nivel de combustible en la celda interna la válvula que retorna el combustible (FRV) está cerrada.

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

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

Altatemperatura en la celda interna.

Cuando existe alta temperatura de combustible en la celda interna la valvura q retorna el combustible (FRV) está cerrada.

Como el combustible de retorno está caliente, la unidad de control que sensa el nivel de combustible (FLSCU),previene que la limitación de temperatura exceda.

En este caso, la unidad de control que sensa el nivel de combustible(FLSCU), envía una señal de inhibición al motor digital que controla la alimentación de combustible(FADEC), para el control de la válvula que retorna el combustible (FRV).

Alta temperatura en la celda externa.

Cuando existe alta temperatura de combustible en la celda externa la válvula que retorna el combustible (FRV) 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 este abierta.

Esto también mantiene la temperatura del combustible como un nivel aceptable para que no ocurra una ruptura en el tanque.

Perdida 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 válvula que retorna el combustible (FRV) 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 sensed por el switch de baja presión de la bomba y señalada a la unidad de control que sensea el nivel de combustible (FLSCU).

Sobre flujo.

La válvula que retorna el combustible (FRV), está cerrada cuando las bombas del tanque central fallan a la respuesta del sistema lógico.

2.2.3 Operación de la válvula de drenaje de agua.

2.2.3.1 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.

2.2.4 Componentes del sistema de descarga.

2.2.4.1 Válvula de drenaje de agua.

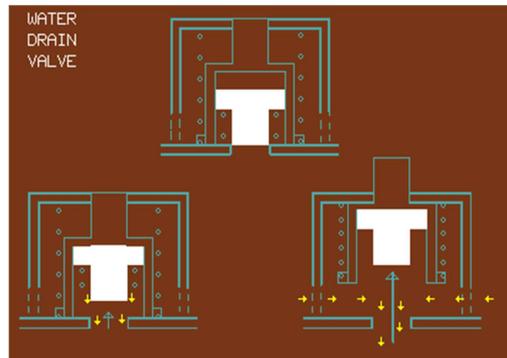


Fig. 2.14: Válvula de drenaje de agua.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320.

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

2.2.4.2 Válvula de paso.

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

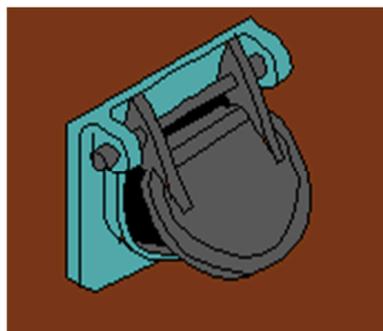


Fig. 2.15: Válvula de paso
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

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

2.2.4.3 Tapa /adaptador de llenado.

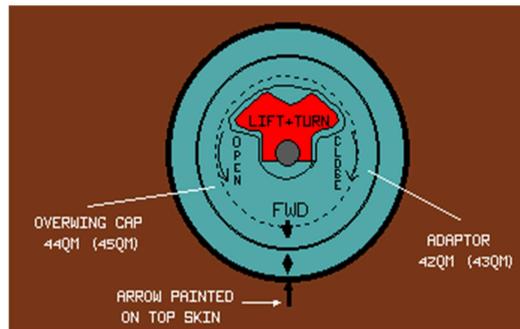


Fig. 2.16:Tapa / adaptador de llenado.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

La tapa es removida por una 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.

2.2.4.4 Protector de sobrepresión.

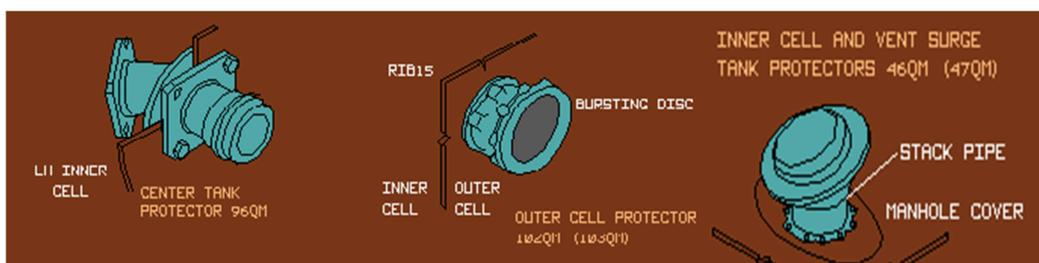


Fig. 2.17: Protectores de sobrepresión.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320.

Presión de estallido del disco

- Atmosfera para alivio: 2,9 a 4,35 (PSI).
 - Alivio para atmósfera: 6,5 a 7,25 (PSI).
- } 10 a 11 (PSI).

2.2.4.5 Protector de descarga de combustible.

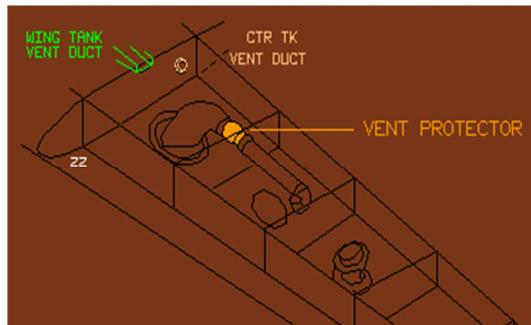


Fig. 2.18: Ubicación del protector de descarga de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320.

El protector de alivio consiste en:

- Protector contra hielo.
- Protector de llama.

El protector de hielo previene el congelamiento del protector de llama durante el descenso. El protector de llama reduce el riesgo de incendio del tanque de combustible en tierra.

2.2.4.6 Válvula de descarga tipo boya.

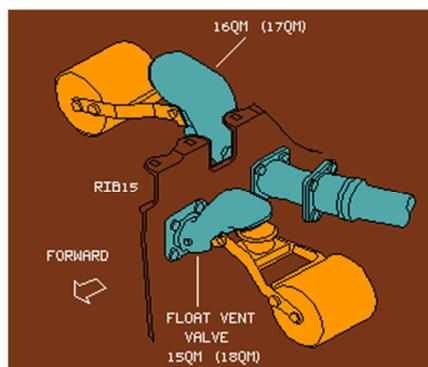


Fig. 2.19: Válvula tipo boya.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320.

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: 0,5 psi (0.0345 bar) con tanque lleno.
- La presión diferencial hacia fuera es: 1 psi (0.069 bar) con el nivel de combustible bajo la boya.

2.2.4.7 Válvula de retención (checkvalve).



Fig. 2.20: Válvula de retención.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Las válvulas de retención 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.

2.2.4.8 Válvula de alivio de presión.



Fig. 2.21: Válvula alivio de presión.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.2.4.9 Succionador de descarga.

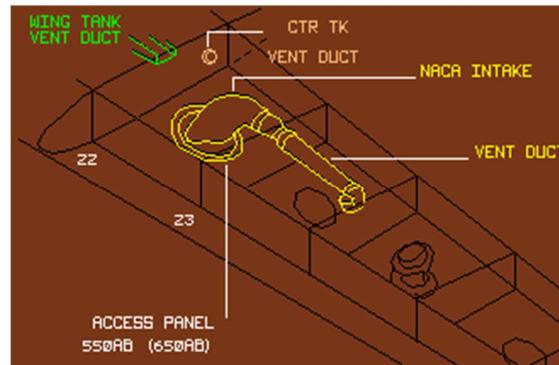


Fig. 2.22: Succionador.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

El succionador suministra conexión del sistema de descarga con la atmosfera y mantiene una ligera presión positiva en el tanque de combustible durante el vuelo.

El tanque de desborde (surge tank) retendrá 50 galones, luego del sobre flujo, es desalojado por el ducto de succión.

2.2.4.10 Sello de vapor.

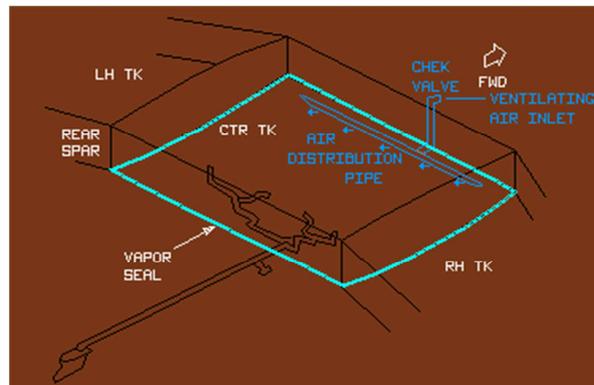


Fig. 2.23: Sello de vapor.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

El sello de vapor es una membrana que separa la parte baja del tanque central con el 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.

2.2.4.11 Múltiple para drenaje.

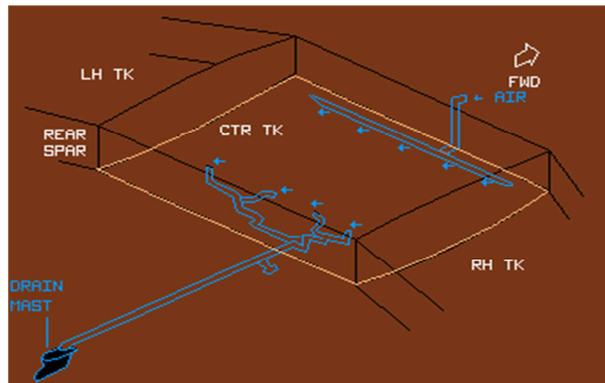


Fig. 2.24: Múltiple para drenaje.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Un sistema de drenaje en la parte posterior del sello de vapor transporta drenaje y ventila aire (de escape) a través de un múltiple de drenaje a la atmósfera.

El múltiple de drenaje es un tubo de aluminio que arroja fluidos en la parte baja del fuselaje.

2.2.4.12 Monitor de fuga.

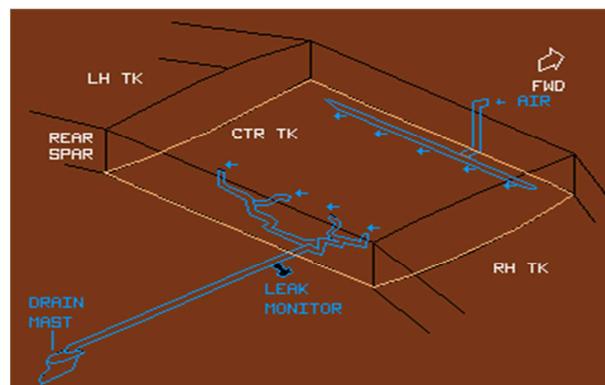


Fig. 2.25: Monitor de fuga.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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 de la APU.

2.3 Distribución de combustible.

2.3.1 Descripción / operación del sistema de alimentación a los motores.

El objetivo es describir en detalle el sistema de alimentación de los motores.

2.3.1.1 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 independiente.

2.3.1.2 Bombas principales.

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

Cuando están operando, cada bomba principal abastece el combustible a:

- Su motor relacionado (1 o 2).
- El sistema de recirculación de combustible frío.
- 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.

2.3.1.3 Contenedor de las válvulas de retención.

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 es conectada a una válvula de secuencia.
- Una salida pequeña es conectada a la bomba de 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 de succión y al switch de presión de la bomba de combustible.

2.3.1.4 Switch de presión.

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

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

2.3.1.5 Válvula de succión (bypass).

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

2.3.1.6 Válvula liberadora 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.

2.3.1.7 Válvula 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 uno los motores son abastecidos por diferentes fuentes de poder, con 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).

2.3.1.8 Bomba de presión diferencial.

Las bombas de presión diferencial, 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 de desborde (surge tank), para enviarlo a los tanques de las alas.

2.3.1.9 Válvula de alimentación cruzada.

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

En esta posición, esta divide al sistema de la bomba principal de combustible en 2 sistemas (uno para cada motor).

Cuando la válvula de alimentación cruzada está abierta, un tanque puede abastecer combustible a un motor.

2.3.1.10 Válvula de secuencia.

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

2.3.1.11 Válvula 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.

2.3.1.12 Abastecimiento lógico de combustible.

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

Guardando cierta cantidad 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 disminuye a un valor determinado.

2.3.2 Componentes del sistema de la bomba principal de combustible.

2.3.2.1 Switch de presión.

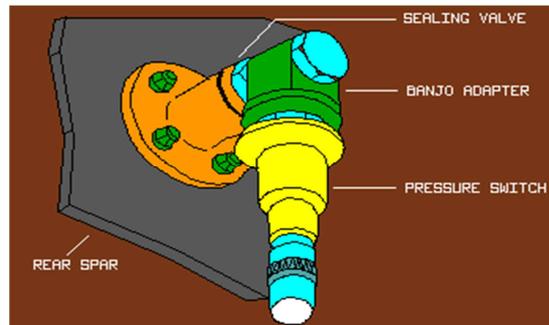


Fig. 2.26: Switch de presión.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

La detección de caída de la bomba de presión es 6 psi, (0,41 bar).

Unswitch de presión está ubicado para cada bomba de combustible, sobre la cara externa de la pared posterior de los tanques.

2.3.2.2 Válvula de descarga de aire.

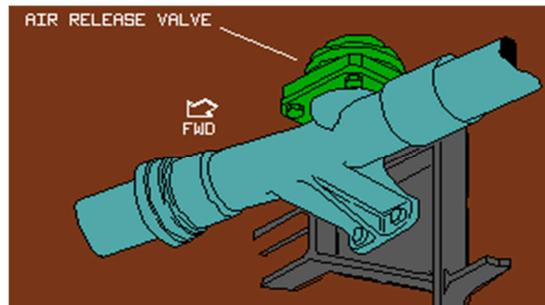


Fig. 2.27: Válvula de descarga de aire.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

Funcionamiento de la válvula de aire.

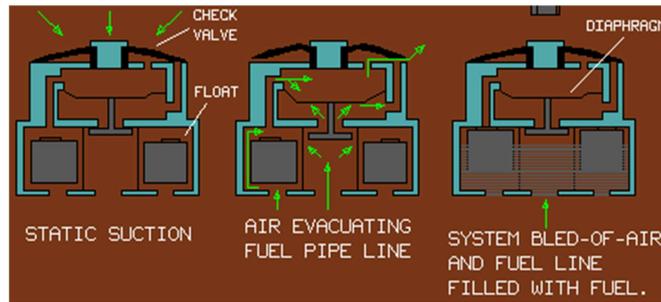


Fig. 2.28: Funcionamiento de la válvula de aire.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

2.3.2.3 Válvula de secuencia.

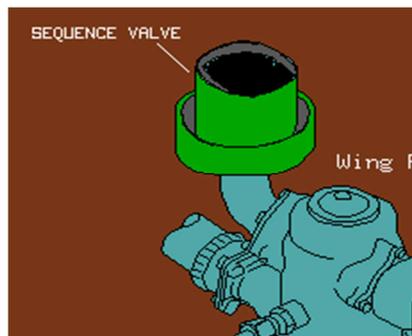


Fig. 2.29: Válvula de secuencia.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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.

2.3.2.4 Bomba de combustible del tanque central.

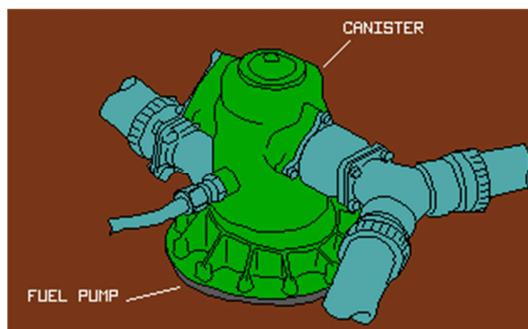


Fig. 2.30: Bomba de combustible tanque central.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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(4989 Kg/hr) a 30 psi.

Fusible térmico: 200 °C.

2.3.2.5 Bomba de combustible del tanque de ala.

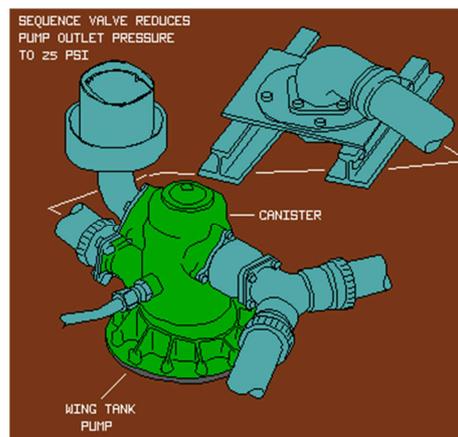


Fig. 2.31: Bomba de Tanque de ala.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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.

2.3.2.6 Bombade recuperación.

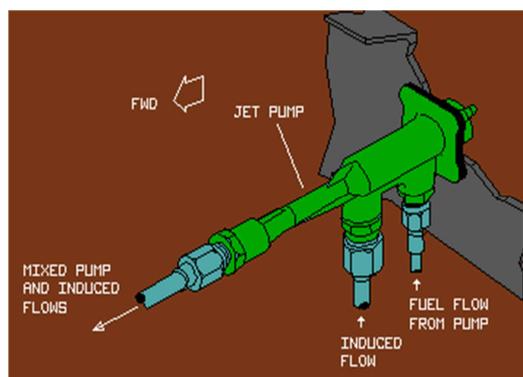


Fig. 2.32: Bomba jet.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

La bomba Jet tiene:

- Un pasaje tipo Venturi.
- Una válvula de no-retorno.
- Puertos para conexión de cañerías.
- Un plato de unión con montantes.

2.3.2.7Válvula de transferencia.

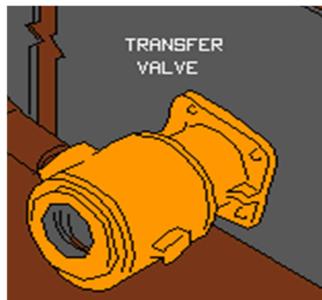


Fig. 2.33: Válvula de transferencia.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.3.2.8Conductor de la válvula de transferencia.

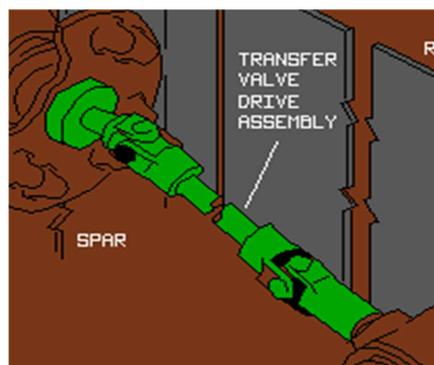


Fig. 2.34: Conductor válvula de transferencia.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.3.2.9 Actuator de la válvula de transferencia.

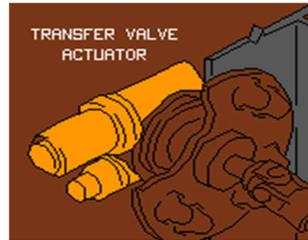


Fig. 2.35: Actuator válvula de transferencia.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

2.3.3 Componentes del motor.

2.3.3.1 Presión / recirculación de la válvula de retención (holding).

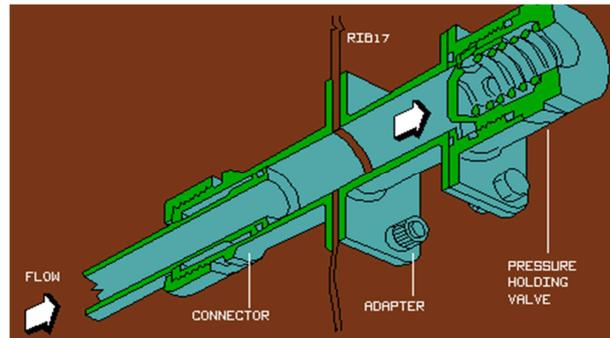


Fig. 2.36: Válvula holding.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.3.3.2 Válvula de retención.

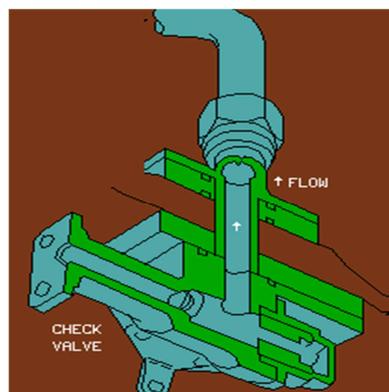


Fig. 2.37: Válvula de retención.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Una válvula de retención para recirculación de combustible está ubicada en el fondo de la piel entre las costillas N.- 7 y 8. Y previene el flujo inverso, desde el tanque al motor, en caso de falla de la cañería de combustible.

2.3.3.3 Válvula de alimentación cruzada.

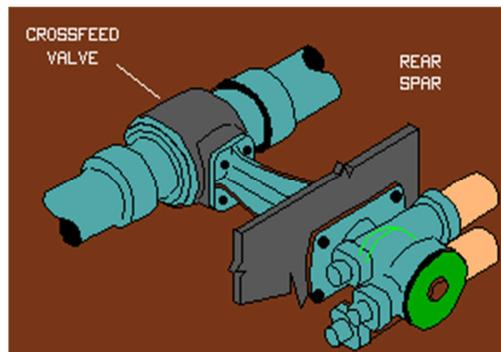


Fig. 2.38: Válvula de alimentación cruzada.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

2.3.3.4 Actuador de la válvula de alimentación cruzada.

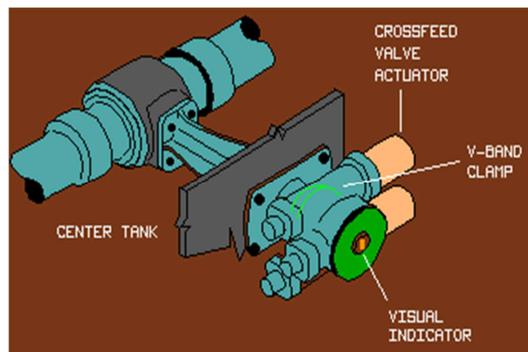


Fig. 2.39: Actuador válvula de transferencia.
Fuente: VACBI –Manual de Entrenamiento A320

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.

2.3.3.5 Válvula de baja presión de combustible del motor.

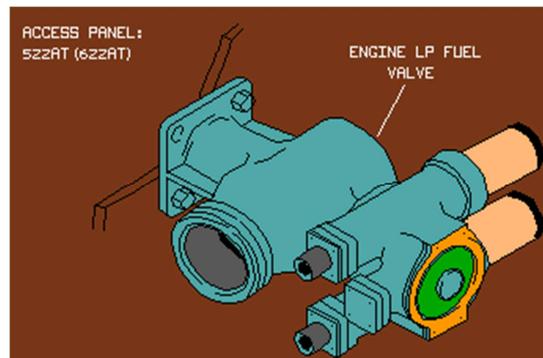


Fig. 2.40 Válvula de baja presión.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.3.3.6 Actuador de la válvula de baja presión de combustible del motor.

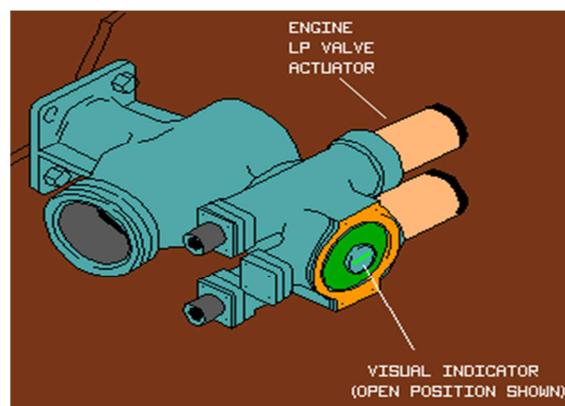


Fig. 2.41: Actuador válvula de baja presión.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.4 Carga y descarga de combustible.

2.4.1 Presentación del sistema de carga y descarga de combustible.

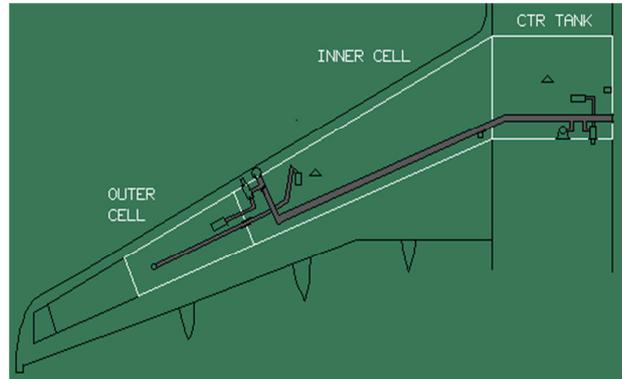


Fig. 2.42: Sistema de carga y descarga de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320.

2.4.1.1 Acople de carga y descarga de combustible.

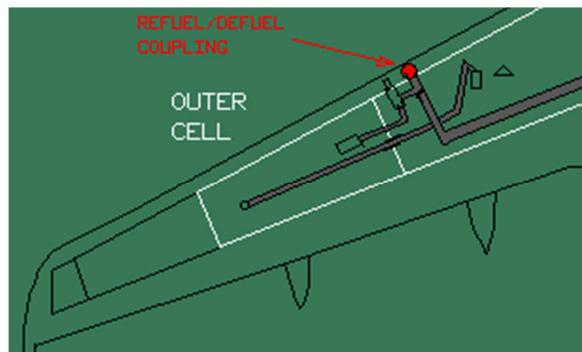


Fig. 2.43 Ubicación acople de carga y descarga.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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, esta opera un microswitch el cual envía una señal al computador indicador de la cantidad de combustible (FQIC) y abastece 28 VDC al circuito eléctrico para la carga normal de combustible.

Cuando ésta 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.

2.4.1.2 Válvula de aire de entrada y drenaje.

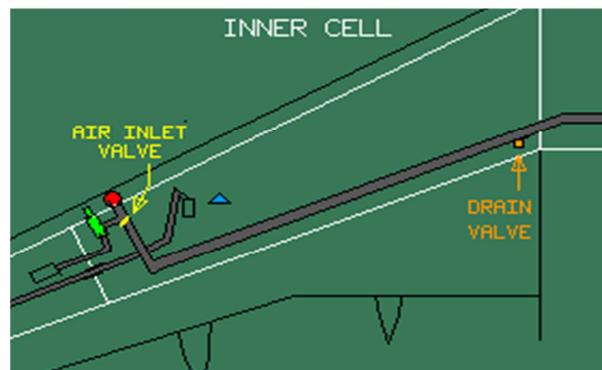


Fig. 2.44: Ubicación válvula de entrada de aire y drenaje.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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 línea de presión de descarga de combustible.

2.4.1.3 Sensores de alto nivel de combustible.

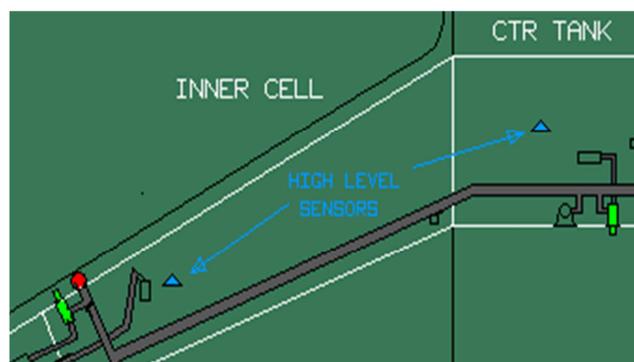


Fig. 2.45: Ubicación sensor de alto nivel.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Un sensor de alto nivel de combustible es instalado en el tanque central y en cada celda interna.

2.4.1.4 Válvulas de llenado.

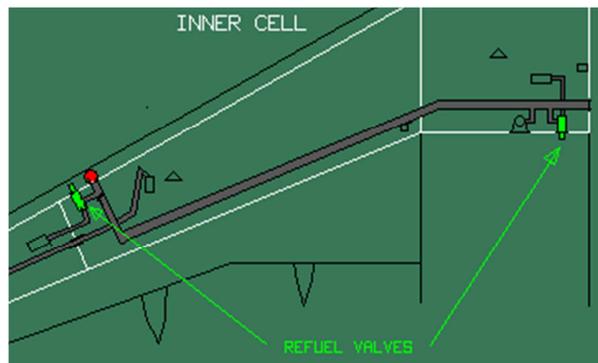


Fig. 2.46: Ubicación válvula de llenado.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Todas las válvulas de carga son idénticas e intercambiables.

Pueden ser operadas manualmente, con pulsar un embolo sobre la válvula identificada.

2.4.1.5 Válvula de transferencia y descarga.

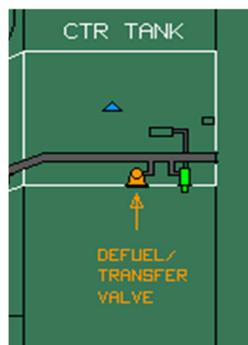


Fig. 2.47: Ubicación válvula de transferencia.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Esta válvula es controlada desde el panel de combustible (800 VU).

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.

2.4.1.6 Difusores.

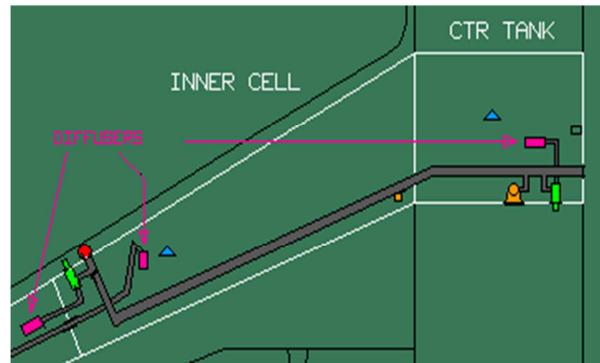


Fig. 2.48: Ubicación de difusores.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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 electrostática.

2.4.1.7 Válvula de alivio de presión.



Fig. 2.49: Ubicación válvula de alivio de presión.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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.

2.4.2 Panel de control de carga y descarga de combustible.



Fig. 2.50: Panel de control para carga y descarga de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320.

2.4.2.1 Indicador múltiple de los tanques.



Fig. 2.51: Indicador múltiple de los tanques.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Pantalla múltiple, que indica la cantidad de combustible de los tanques de las alas y el central.

2.4.2.2 Luces de alto nivel de combustible.



Fig. 2.52: Luces de alto nivel de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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.

2.4.2.3 Selectores de las válvulas de carga de combustible.



Fig. 2.53: Selectores de las válvulas de carga de combustible.

Fuente: VACBI –Manual de Entrenamiento A320

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 (NORM). Para descargar las válvulas no abrirán. Selector abierto: la operación dependerá de la posición de la válvula de abastecimiento (selector de modo). Con el modo selector en la posición de carga, cada válvula de abastecimiento (selector de modo) se cierra, cuando existe un alto nivel de combustible asociado al tanque correspondiente.

Cuando el selector de la válvula de abastecimiento (selector de modo) es colocado en la posición de corte (SHUT), la válvula es cerrada. Esta es independiente de la posición de la válvula de abastecimiento (selector de modo).

2.4.2.4 Selector de modo.

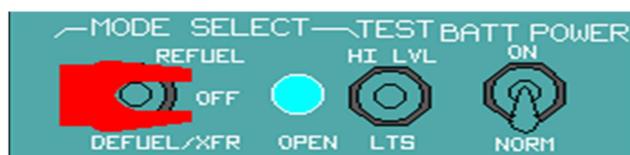


Fig. 2.54: Selector de modo.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

El selector de modo se mantiene en OFF.

Carga (REFUEL): El llenado comienza dependiendo de la posición de la válvula de llenado.

Descarga y transferencia (DEFUEL/XFR): Para descargar o transferir combustible.

2.4.2.5 Luz de abierto.



Fig. 2.55 Luz de abierto.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.4.2.6 Interruptor (switch) de prueba.



Fig. 2.56: Switch de prueba.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

El Interruptor de prueba tiene 2 posiciones:

Alto Nivel (HI LVL): Comprueba el circuito de alto nivel.

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

2.4.2.7 Pantalla de preseleccionado.



Fig. 2.57: Preseleccionado.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.4.2.8 Indicación actual de combustible.



Fig. 2.58: Actual.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Presenta el total de combustible a bordo.

2.4.2.9 Interruptorbasculador (rocker switch).



Fig. 2.59:Rocker switch

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Aumenta o disminuye la cantidad de combustible pre-selecta.

2.4.2.10 Luz de conclusión.



Fig. 2.60: Luz de conclusión

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Confirma que ha concluido el abastecimiento de combustible, encendiéndose una luz verde.

2.4.3 Presentación del pre-selector en la cabina del avión (piloto).

2.4.3.1 Generalidades.

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

2.4.3.2 Pre-selector de cantidad de combustible optativo en la cabina.

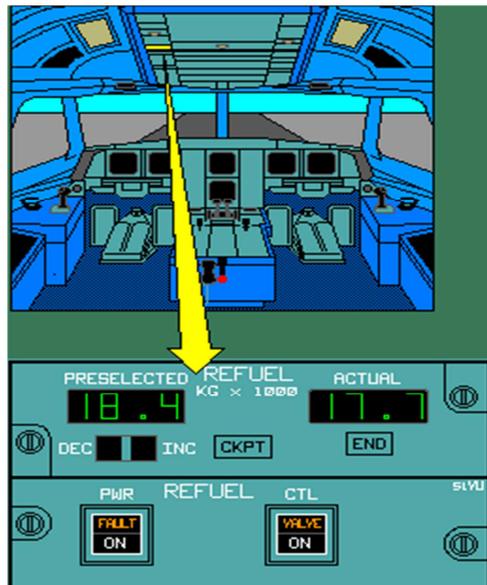


Fig. 2.61 Pre-selector de combustible en la cabina.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

1.- Accione el interruptor (PWR):

Circuito de abastecimiento de combustible energizado.

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

2.- Control (CTL): interruptor de Acción (momentánea):

Control de operación del abastecimiento de combustible.

- La luz blanca ON se enciende cuando al botón está presionado, el botón PWR tiene que estar presionado y los interruptores de las válvulas de llenado del panel en la barriga del avión en posición normal.
- La luz ámbar se enciende cuando los interruptores de las válvulas de llenado en el panel de la barriga del avión no están en la posición normal.

2.4.4 Operación automática de carga de combustible.

2.4.4.1 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 inflamable. 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: Asegúrese que tanto el avión como el tanquero de combustible estén 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 de abastecimiento en el acople es máximo 50 psi (3.45 bar).

2.4.4.2 En el panel 800 VU,

Ponga y sostenga el interruptor(TEST) en la posición de luces para:

- Que todo el panel de luces este encendido.
- Que las pantallas de la cantidad y carga de combustible, presenten cuantificaciones.

Libere el interruptor(TEST) para:

- Que todo el panel de luces este apagado.
- Que las pantallas de cantidad y abastecimiento de combustible presenten las cantidades de los tanques.

Ponga y sostenga el interruptor(TEST) a la posición de alto nivel (HILVL) para:

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

Libere el interruptor(TEST) para;

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

2.4.4.3 Carga automática de combustible.

La cantidad total requerida de combustible para el abastecimiento es pre-seleccionada con el interruptor (rockerswitch) para aumentar o disminuirlos 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 interruptores 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 SELECTOR) a carga de combustible (REFUEL).
- Arranque las bombas en el tanquero de combustible.

Todas las válvulas de carga de combustible de los tanques son abiertas automáticamente, y la distribución de llenado en los tanques, 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 (800 VU), la luz de conclusión(END),se enciende cuando el abastecimiento está completo y la cantidad final a bordo será presentada con una tolerancia de 100 Kg.

- Ponga el interruptor (MODESELECT) a OFF y protéjalo.

2.4.4.4 Operación terminada.

1. Cierre la puerta de acceso 192 MB.
2. Des-energice la red eléctrica del avión.
3. Desconecte la manguera-acople del tanquero del avión.
4. Instale el acople de abastecimiento.

5. Desconecte el cable de tierra del tanquero al avión.
6. Remueva la plataforma de acceso.

2.4.5 Operación manual de carga de combustible.



Fig. 2.62: Punto de operación manual de carga de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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 tiene que ser realizada.

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

2.4.6 Operación de descarga de combustible.

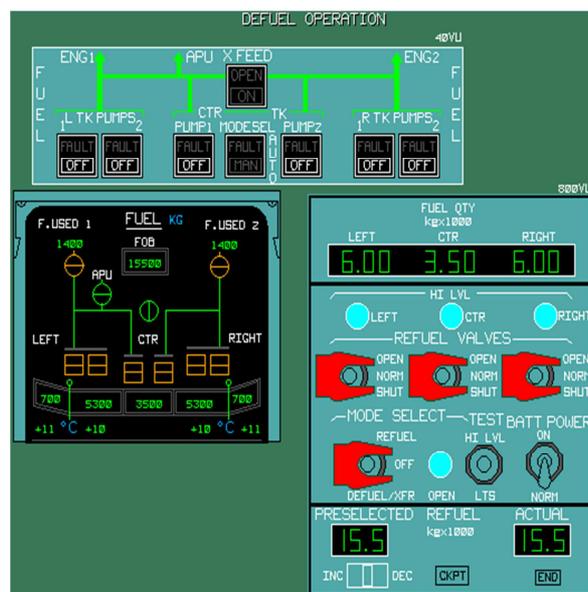


Fig. 2.63: Paneles de carga y descarga de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Para la descarga de combustible: opere el panel de Carga/descarga de combustible (800 VU) y en la cabina el panel de combustible (40 VU), mientras se observa la página de combustible en el inferior de la pantalla de control centralizado electrónico del avión (ECAM).

Abra la válvula de descarga y transferencia de combustible (DEFUEL/TRANSFERVALVE).

2.4.7 Operación de transferencia de combustible. 21

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

Abra la válvula de descarga y transferencia de combustible (DEFUEL/TRANSFERVALVE).

2.4.8 Componentes del sistema de carga / descarga de combustible. 22

2.4.8.1 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 inflamable.

2.4.8.2 Acople de carga.

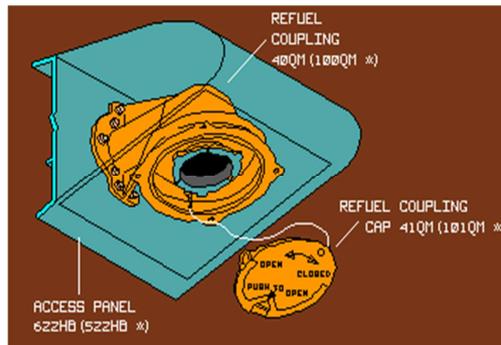


Fig. 2.64: Acople de carga y descarga de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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.

2.4.8.3 Difusor.

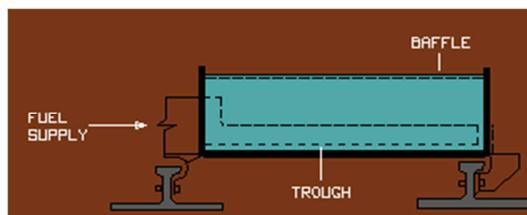


Fig. 2.65: Difusor.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.4.8.4 Válvula de drenaje de combustible.

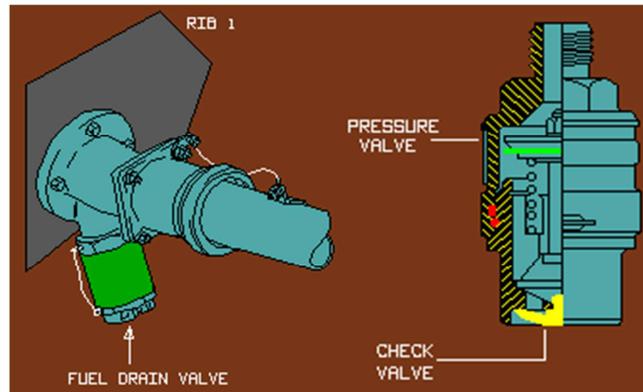


Fig. 2.66: Válvula de drenaje de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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 amenos de la presión de carga/descarga de combustible.

2.4.8.5 Válvula de alivio de presión del tanque.

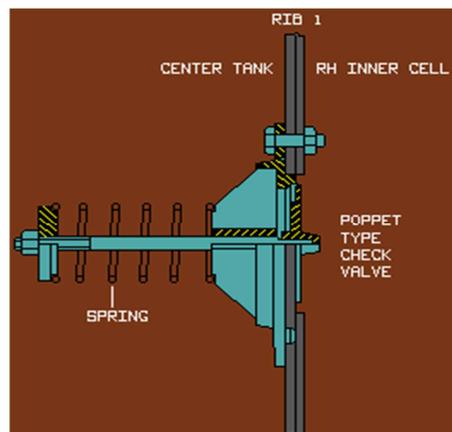


Fig. 2.67: Válvula de alivio de presión del tanque central.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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.

2.4.8.6 Válvula de retención de la cañería de derramamiento.



Fig. 2.68: Válvula de retención
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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.

2.4.8.7 Válvula de carga de combustible.

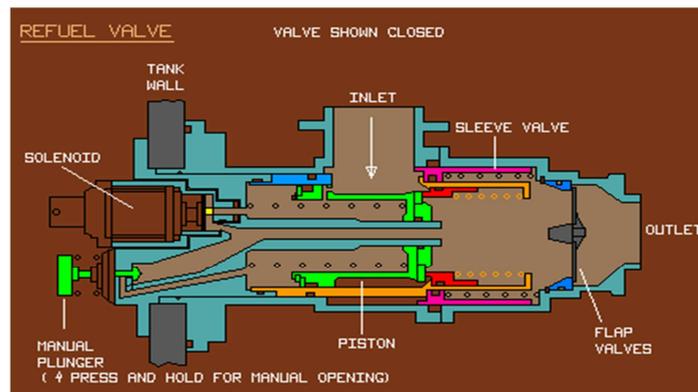


Fig. 2.69: Válvula de carga de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de Entrenamiento A320

2.4.8.8 Contenedor de la válvula de carga de combustible.

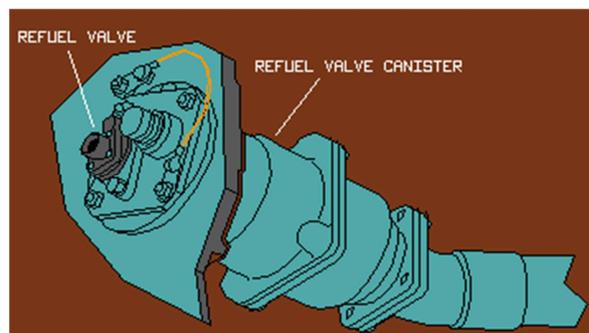


Fig. 2.70: Contenedor de válvula de carga de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

2.4.8.9 Válvula de transferencia de carga de combustible.

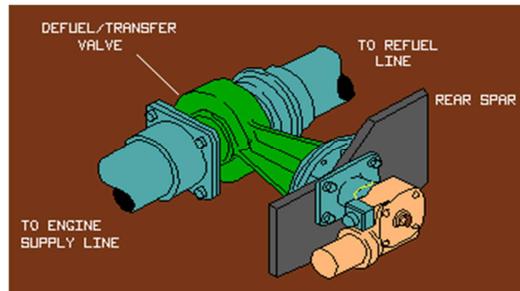


Fig. 2.71: Válvula de transferencia.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Cuando abra, 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.

2.4.8.10 Actuador de la válvula de carga / transferencia.

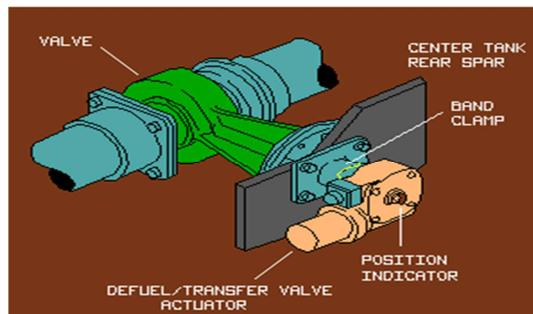


Fig. 2.72: Actuador de válvula de carga.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

2.4.8.11 Válvula de entrada de aire.

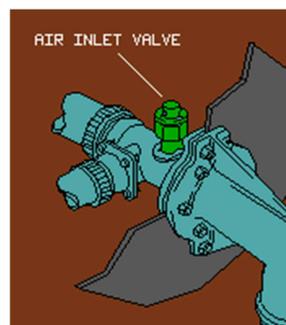


Fig. 2.73: Válvula entrada de aire.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5 Indicadores de combustible.

2.5.1 Indicadores de cantidad.

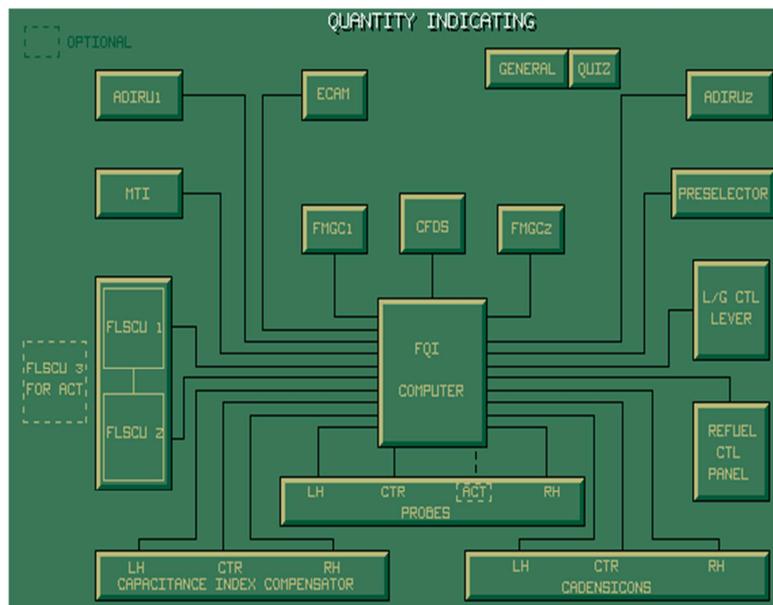


Fig. 2.74: Diagrama de los indicadores de cantidad de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

2.5.1.1 Generalidades.

Los sistemas principalmente proporcionan:

- Combustible, masa/temperatura medidas y visualizaciones.
- 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 interface para otros sistemas.

2.5.1.2 Indicador de la computadora indicadora de cantidad de combustible (FQI).



Fig. 2.75: Indicador del FQI.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Cada canal calcula 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) reportara indicando la falla.

2.5.1.3 Indicador de sondas.



Fig. 2.76: Indicador de sondas.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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.

2.5.1.4 Indicador del compensador índice de capacitancia.



Fig. 2.77: Indicador del compensador índice de capacitancia.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

El compensador índice de capacitancia (CIC) es la parte baja de una de las sondas 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.

2.5.1.5 Indicador de cadencia.



Fig. 2.78: Indicador del icono de cadencia de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Un icono de cadencia es instalado sobre el piso de cada tanque y consiste de dos sensores: uno mide la densidad y el otro el constante dieléctrico del combustible, ambos parámetros son usados para calcular la cantidad de combustible.

2.5.1.6 Indicador de la unidad de control que sensa el nivel de combustible (FLSCU).

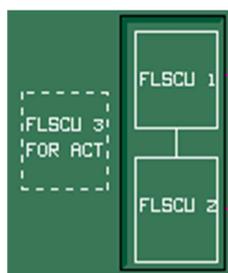


Fig. 2.79: Indicador del FLSCU.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

- Sensores de alto nivel en cada tanque, envía una señal al indicador de cantidad de combustible(FQI), vía el FLSCU.
- La prueba es iniciada vía el indicador de cantidad de combustible(FQI) y el FLSCU. El estado del sensor y del sistema son enviados desde el FQI al sistema de pantallas centralizadas de fallas(CFDS).

2.5.1.7 Indicador del panel de control para carga de combustible.



Fig. 2.80: Indicador panel de control de carga de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Cuando el interruptor selector (MODE) en el panel de control carga/descarga de combustible (800 VU), a sido puesto a la posición llenado (REFUEL), el indicador de cantidad de combustible (FQI), primero asegura que sea físicamente posible tomar la preselección de la cantidad de combustible, el indicador de cantidad de combustible (FQI), monitorea la densidad de combustible en cada tanque y la distribución de la carga.

2.5.1.8 Indicador del tanque múltiple. (MTI).



Fig. 2.81:Indicador del MTI.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Es el que permite indicar la cantidad de combustible existente en cada tanque.

2.5.1.9 Indicador del preselector.



Fig. 2.82:Indicador del Pre-Selector.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Permite pre-seleccionar las cantidades de combustible total requerida.

2.5.1.10 Indicador de control del tren de aterrizaje.



Fig. 2.83: Indicador de control del tren de aterrizaje.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

El indicador de cantidad de combustible FQI recibe información de tierra desde el tren de aterrizaje, cuando este seleccionado abajo (DOWN) con el avión en gatas. Esta señal es usada para proveer abastecimiento eléctrico al FQI en esta configuración específica.

2.5.1.11 Indicador de la unidad de referencia datos/inercia área (ADIRU).



Fig. 2.84: Indicador del ADIRU.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

La unidad de referencia datos/inercia área (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.

2.5.1.12 Indicador de la pantalla del sistema centralizado de falla (CFDS).



Fig. 2.85 Indicador de CFDS.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5.1.13 Indicador de dirección de vuelo y computadoras guía (FMGC).



Fig. 2.86:Indicador de FMGC.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5.1.14 Indicador del monitor electrónico centralizado del avión (ECAM).



Fig. 2.87:Indicador del ECAM
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5.2 Manual de dimensiones.

2.5.2.1 Localizador del indicador magnético del nivel de combustible.

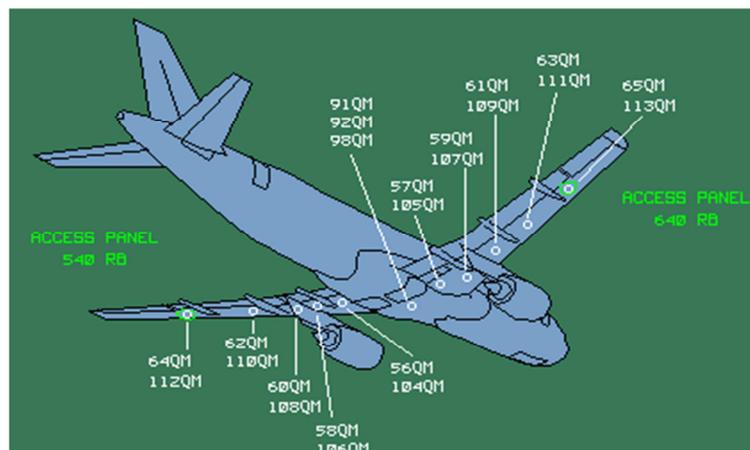


Fig. 2.88: Localización del indicador magnético de nivel de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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.

2.5.2.2 Indicador magnético del nivel de combustible.

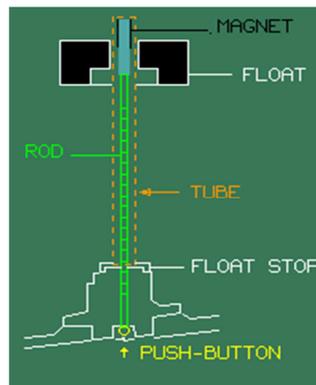


Fig. 2.89: Indicador magnético del nivel de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5.2.3 Monitor de posición.

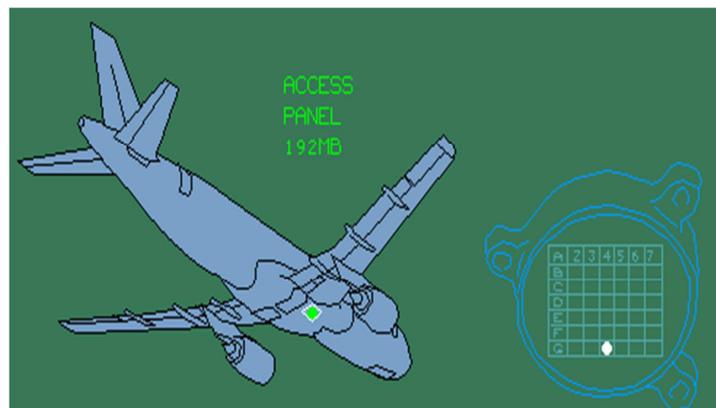


Fig. 2.90: Monitor de posición.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

El monitor de posición es un nivel circular con una superficie graduada. Cada cuadrícula es igual a 5 grados de cambio de altitud o posición. La posición de la burbuja en relación a las cuadrículas indican la posición del avión.

2.5.2.4 Tabla de cantidad de combustible.

Units mark on the extractable graduated rod of the MMI

Manual Magnetic Indicator number

Out-of-level attitude of the aircraft in the pitch and roll axis (from the Attitude Monitor)

STICK N.	ATTITUDE MONITOR READING						
	A LEFT WING			G RIGHT WING			
UNITS	1	2	3	4	5	6	7
N .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. 2.91: Tabla cantidad de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5.3 Componentes del sistema de indicación de cantidad de combustible.

2.5.3.1 Sondas de cantidad de combustible.

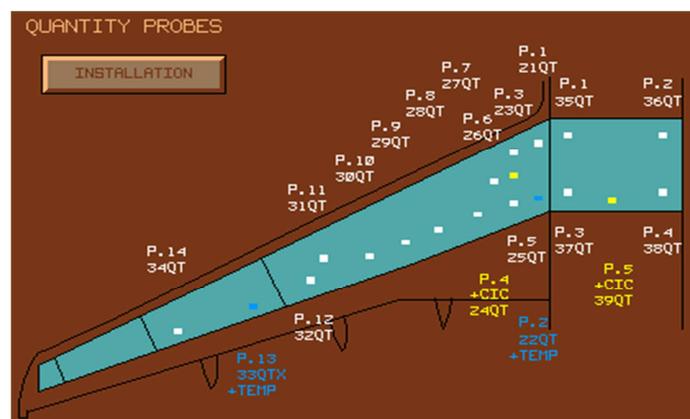


Fig. 2.92: Sondas de cantidad de combustible
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5.3.2 Sensor de cadencia de combustible.

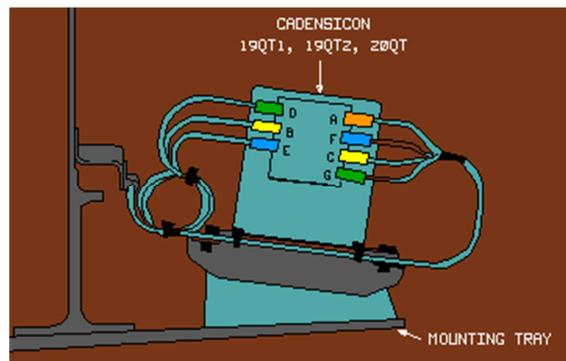


Fig. 2.93: Sensor de cadencia de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Cada sensor de cadencia contiene 2 sensores cubiertos por 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 de combustible.

Ambos parámetros son usados para calcular la cantidad de 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.

2.5.3.3 Preselector de la cantidad de combustible.



Fig. 2.94: Pre-selector cantidad de combustible.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Cada pantalla LED (diodo emisor de luz) presenta la cantidad de combustible en Kg x 1000. El preselector tiene el mismo contenido que la operación de los equipos de prueba (BITE), los cuales son controlados por el indicador de cantidad

de combustible (FQI), y por el proporcionador de datos a través del ARINC (radio aeronáutico incorporado) unido a la barra de datos.

2.5.3.4 Indicador de los tanques múltiples.



Fig. 2.95: Indicador Tanques Múltiples.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

La pantalla presenta la cantidad de combustible en Kg x 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 radio aeronáutica incorporada (ARINC), falla u ocurre una falla en el proceso interno, el MTI (indicador de tanquemultiple), borrara todas las pantallas.

2.5.3.5 Computador de indicación de cantidad de combustible (FQIC).

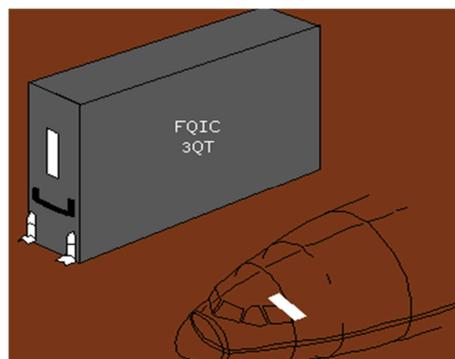


Fig. 2.96: Presentación de la FQIC.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

El indicador de cantidad de combustible (FQI), es una de las 3 unidades de control máster (MCU) y es conectada al alambrado eléctrico del avión a través de un conector del radio aeronáutica incorporada ARINC600.

2.5.3.6 Módulo de memoria.

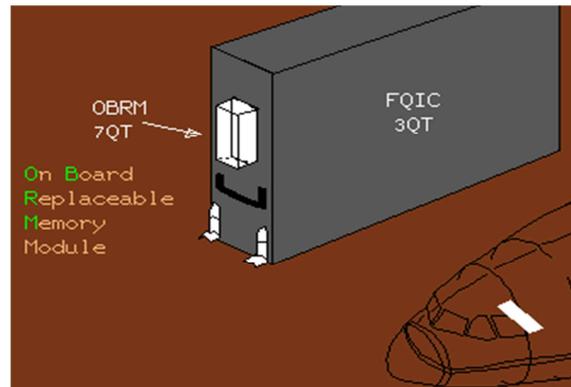


Fig. 2.97: Presentación módulo de memoria.

Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

La computadora indicador de la cantidad de combustible (FQIC), usa el módulo reemplazable a bordo (OBRM) y la memoria solo de lectura programable (EPROM); para asegurar que el hardware de la computadora sea compatible con los indicadores de cantidad de combustible (FQIS).

2.5.3.7 Indicador magnético manual (MMI).

Operacion.

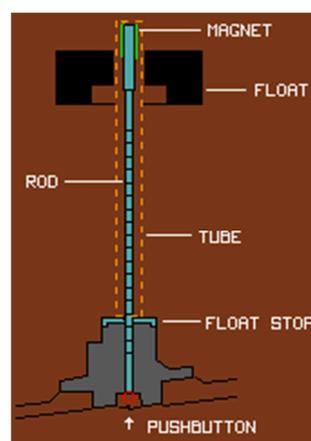


Fig. 2.98: Indicador magnético manual.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

- Presione en el botón interruptor y gire un cuarto de vuelta en cada dirección para sacar la vara.
- Retira la vara ligeramente hasta que la atracción magnética se sienta.
- Lea el nivel de combustible sobre la graduación de la vara.
- Usando esta lectura, la gravedad específica de combustible y la altitud 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.

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.

2.5.4 Componentes de los sensores de nivel de combustible.

2.5.4.1 Descripción.

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

2.5.4.2 Sensor de alto nivel de combustible.

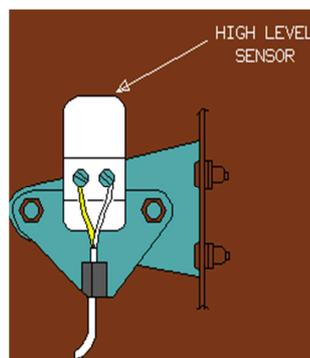


Fig. 2.99: Sensor de alto nivel.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5.4.3 Sensor de bajo nivel de combustible.

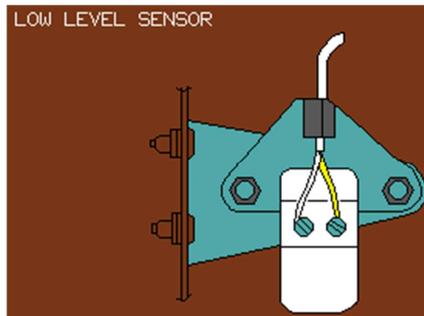


Fig. 2.100: Sensor de bajo nivel.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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.

2.5.4.4 Sensor de nivel lleno de combustible.

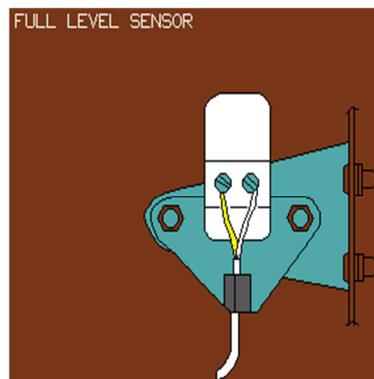


Fig. 2.101: Sensor de nivel lleno.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5.4.5 Sensor de nivel medio de combustible.

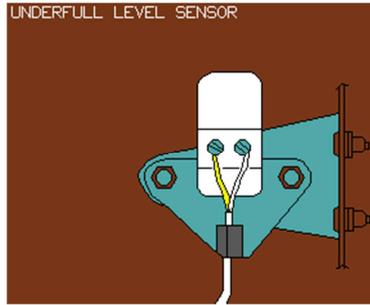


Fig. 2.102: Sensor de nivel medio.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5.4.6 Sensor de sobre flujo.

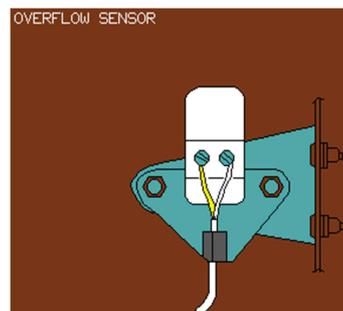


Fig. 2.103: Sensor de sobre flujo.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5.4.7 Sensor de temperatura del tanque de ala.

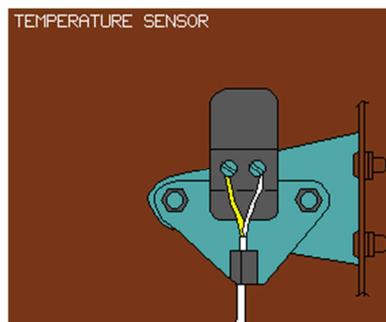


Fig. 2.104: Sensor de temperatura del tanque de ala.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

2.5.4.8 Unidad de control de los sensores de nivel de combustible.

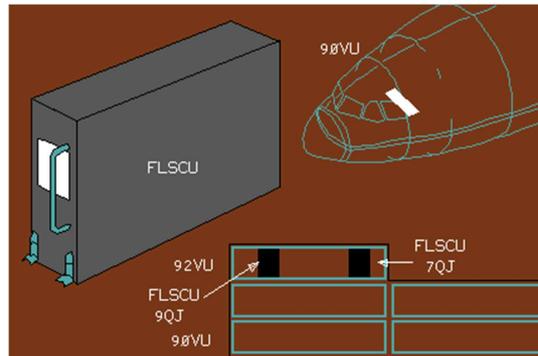


Fig. 2.105:FLSCU
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

Cada unidad contiene un canal para cada sensor de nivel y temperatura de combustible. Los equipos de prueba permiten controlar y monitorear, la entrada y salida del circuito del sensor.

2.5.4.9 Sensor de corte del generador de conducción integrada (IDG).

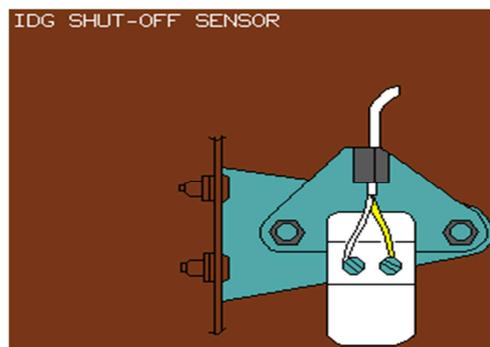


Fig. 2.106: Sensor de corte del IDG.
Fuente: VACBI –Manual de entrenamiento A320

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

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA.

3.1 Preliminares.

El diseño del manual interactivo estuvo basado en presentar una imagen amplia y de fácil manejo que permita una interacción a modo de dialogo, entre el ordenador y el usuario, para lo cual fue necesario solicitar la información adecuada en la empresa de aviación Tame (Centro de Operaciones de Mantenimiento), del sistema de combustible del avión A320, luego de obtenida la información se procedió a buscar la ayuda suficiente de un especialista en efectuar proyectos multimedia, el cual dio el asesoramiento adecuado de los programas de animación para la ejecución del manual interactivo, el mismo que fue diseñado con aporte técnico del sistema de combustible del avión A320 por parte del investigador como también el aporte tecnológico por parte del asesor de multimedia.

3.2 Diseño del Software Informático

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. Permitiendo de esta manera elaborar el funcionamiento del sistema de combustible del avión Airbus 320, haciendo uso de los diferentes programas:

- Adobe Ilustrador CS4
- Adobe PhotoShop CS4
- Adobe Flash CS4 Professional

3.2.1 Adobe Illustrator CS4

3.2.1.1 Redibujo de los paneles de control y diagrama de componentes.

En el presente trabajo se aplicó el programa Adobe Illustrator CS4 para crear la plataforma o plantilla de todas las imágenes redibujadas las mismas que formaron una base para la animación final en el programa Adobe Flash. Para lo cual fue conveniente redibujar los bordes, secciones, botones, y acertar el color adecuado de los diferentes paneles, así mismo se editó el texto técnico, es decir que se realizó una reestructuración completa de todo lo que componen los paneles de control. En la continuación se cita los pasos aplicados para el redibujo:

El redibujo se realizó mediante procedimientos vectoriales (formas), utilizando la barra de herramientas:

- Para los trazos cuadriculados de los botones de las bombas booster y los demás botones que presenta el panel de control se utilizó el comando Rectangle tools (M) de las herramientas de dibujo.
- Los trazos de líneas o segmentos de la dirección que tiene cada componente en el panel de control, se empleó el comando Line Segment tools de las herramientas de dibujo.



Fig. 3.1: Panel de control
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro S.

- Para añadir el texto técnico, es decir el nombre de cada uno de los botones de accionamiento del panel de control, se ubicó el comando typetools de texto (T) de las herramientas de texto.

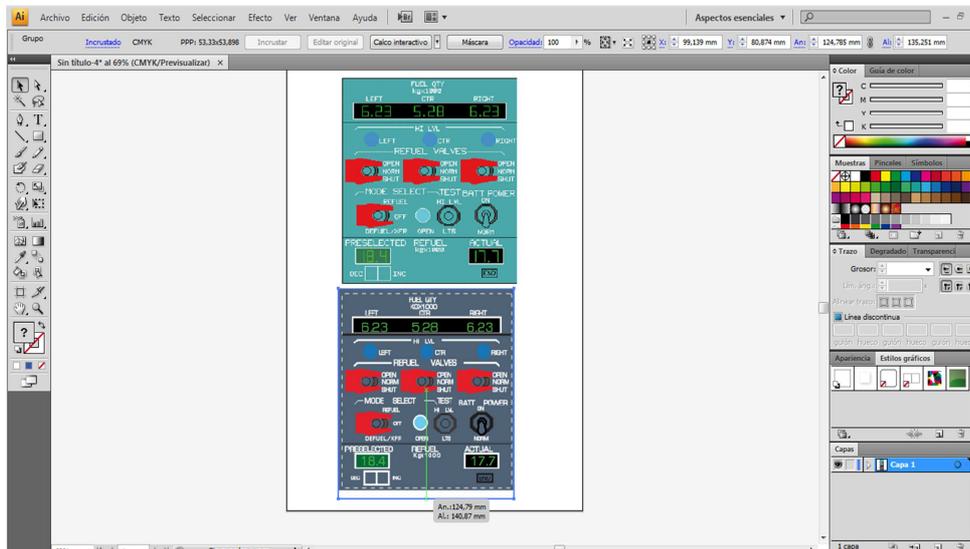


Fig. 3.2 Panel de carga y descarga de combustible
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro S.

- Para seleccionar el tipo y definir de mejor manera sus nombres o letras, se acudió a la barra de caracteres de texto y se para modificar a tipo de letra Arial.
- Para redibujar los recubrimientos de seguridad de las válvulas de refuel de los tanques en el panel de carga y descarga de combustible, se acudió al comando rectagletools de la barra de dibujo y ubicar la opción elipse tool (L). Insertar en la mesa de trabajo y se procedió a dar la forma necesaria y correcta.

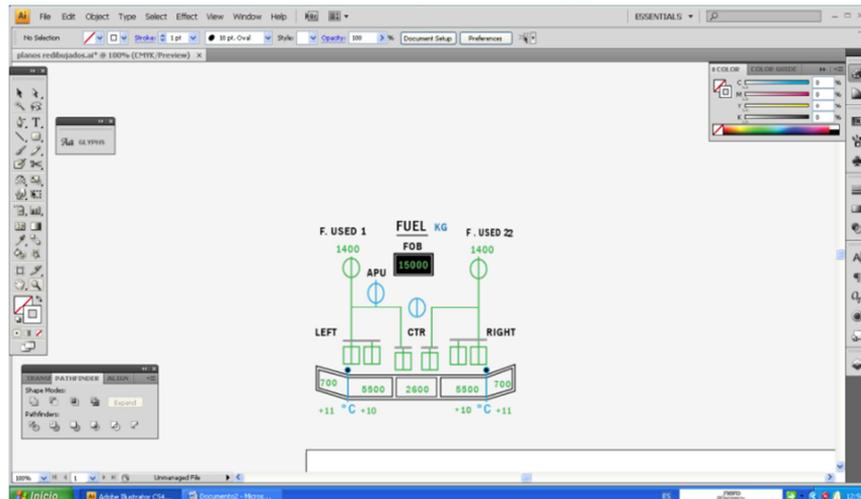


Fig. 3.3 Pantalla ECAM
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

- Al momento de aplicar el color se tomo en cuenta al comando Eyedropper tool (I), como también la ventana de colores, la misma que permitió definir el mismo tipo de color de los paneles.

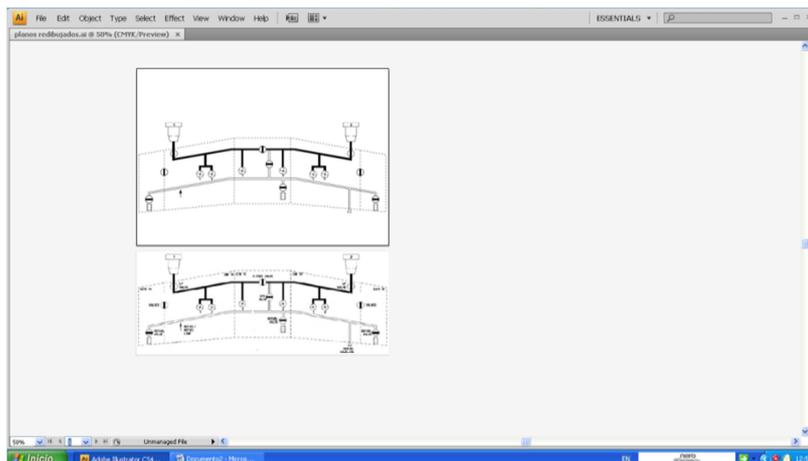


Fig. 3.4 Diagrama de componentes
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

Para cada uno de los paneles redibujados se tomó en cuenta todos los pasos y comandos antes mencionados los mismos que con su orden fueron definiendo cada panel de control.

3.2.1.2 Diseño de las páginas de inicio y menú

De la misma manera fue realizado el diseño de la página de inicio, utilizando colores, logotipo, de la empresa Airbus modelo A320, los mismos que fueron investigados y bajados de la web, asíéndolo original al trabajo, así como también el uso del logotipo o sello del Instituto Tecnológico superior Aeronáutico, quien será la institución que recepte el presente trabajo.

Dando como tema principal al Sistema de Combustible.

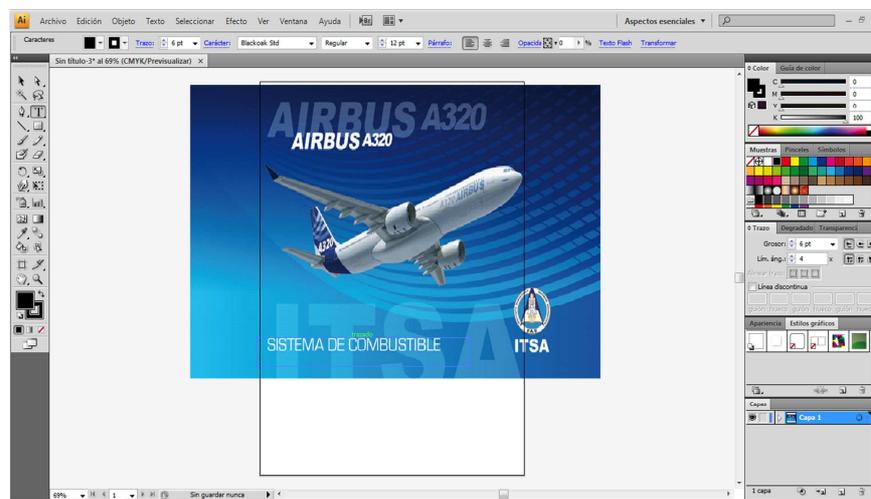


Fig. 3.5 Página de inicio
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

Para la creación del sistema didáctico interactivo se inició insertando un fondo. Para lo cual se definió primeramente el área o mesa de trabajo de la página (800 x 550) pixeles.

De igual forma se empleó el comando Eyedropper tool (I) de la herramienta de pintura, como también la ventana de colores, la misma que permitió definir el color ideal de la página de inicio.

El avión fue insertado en la mesa de trabajo como imagen prediseñada, la cual fue bajada de la web durante la investigación.

El texto del tema principal fue insertado de una manera curva, para lo cual se utilizó el comando Pen tool (P) en la herramienta de dibujo, y se procedió a realizar un segmento de línea curva.

Una vez realizado el segmento, se ubicó el comando (type on a path tool) en la herramienta de texto y se colocó sobre el segmento curvo, el tema principal (sistema de combustible).



Fig. 3.6 Página de menú / funcionamiento.
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro.

Así también para realizar el diseño de las páginas de menú, se comenzó insertando una pantalla o página de (800 x 550) pixeles, luego se siguió con la colocación del fondo celeste, con la ayuda de la ventana de colores.

El logotipo de la empresa Airbus fue insertado como una imagen prediseñada, como así mismo el logotipo del instituto tecnológico superior aeronáutico.

Se añadió el título o tema, funcionamiento, de la misma manera se fueron incluyendo los temas de acuerdo al menú.

Para ubicar los diferentes iconos o botones de los procedimientos se hizo uso del comando rectangle tools (M) de las herramientas de dibujo, una vez seleccionado la opción, se insertó la figura deseada en el página.

A cada icono o botón de la página de funcionamiento se insertó el texto con el comando type tool (T) dando el nombre de cada procedimiento, en la figura 3.6 se indica cada uno de ellos, los mismos que permitieron dar un orden establecido al sistema de combustible del avión Airbus 320.

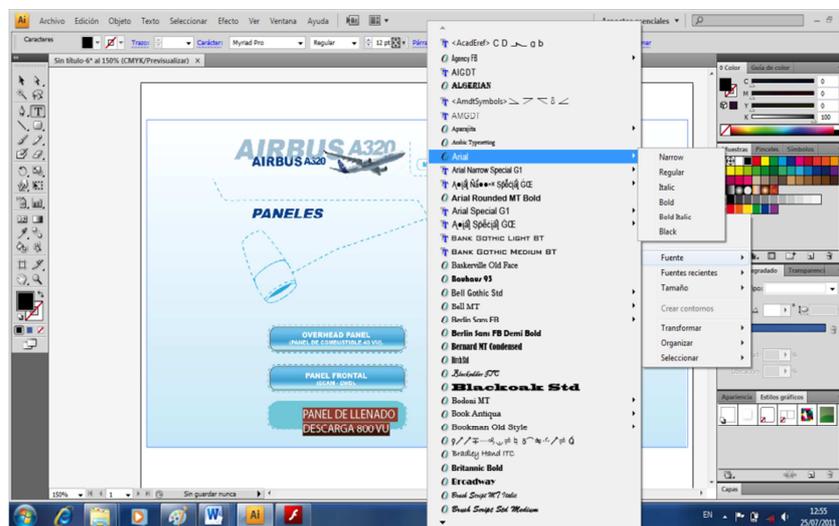


Fig. 3.7 Página de menú / paneles.
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro.

De la misma forma fue realizado el diseño de la página de los paneles, en la figura 3.7 de puede observar los iconos correspondientes a cada panel de control.

En esta página se insertó imágenes pre diseños, las cuales fueron bajas de la web, ya que dichas imagen corresponden a la ubicación de los diferentes paneles, como son; panel de control (overhead panel), panel de instrumentos (ECAM), panel de llenado y descarga.

3.2.1.3 Diseño de las páginas de los funcionamientos del sistema de combustible.

De igual manera se diseñó cada una de las páginas de los diferentes procedimientos que llevan a cabo al sistema de combustible del avión A320 (llenado, consumo, alimentación cruzada, transferencia y descarga de combustible), los mismos que son accionados por los paneles de control.

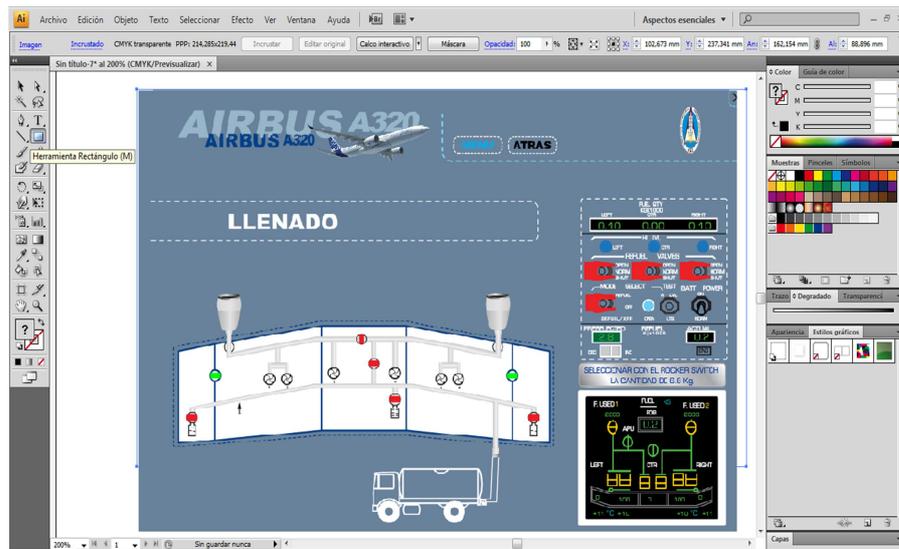


Fig. 3.8 Página de llenado / funcionamiento.
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro.

Primeramente se insertó la página con las dimensiones anteriores (800 x 550) pixeles, pero para esta página se tomó en cuenta otro tono de color con la ventana de colores, esto para evitar confusiones con las otras páginas de menú.

Los logotipos de la empresa Airbus y del instituto tecnológico superior aeronáutico fueron insertados como imágenes prediseñadas y se ubicó en la parte superior de cada página, ya que los logotipos dan una mejor referencia de lo que trata cada página.

Los paneles fueron ubicados e insertados desde el documento guardado de las imágenes redibujadas anteriormente. Como también el diagrama de funcionamiento, el mismo que brinda una mejor interpretación del sistema de combustible de avión A320.

Los paneles fueron insertados en cada una de las páginas de funcionamiento de acuerdo a la necesidad de cada procedimiento, como por ejemplo en la figura 3.8, se realizó el diseño para el procedimiento de llenado para lo cual se insertó el panel de carga y descarga de combustible, el panel ECAM, ya que dichos paneles son accionados durante el procedimiento antes mencionado,

De igual forma fue insertada la imagen del diagrama de funcionamiento el mismo que brinda una mejor interpretación de cómo es distribuido el combustible a través de sus tanques.

La idea de incorporar la imagen de un tanquero es la de mostrar, de mejor manera como se realiza el procedimiento de abastecimiento de combustible al avión.

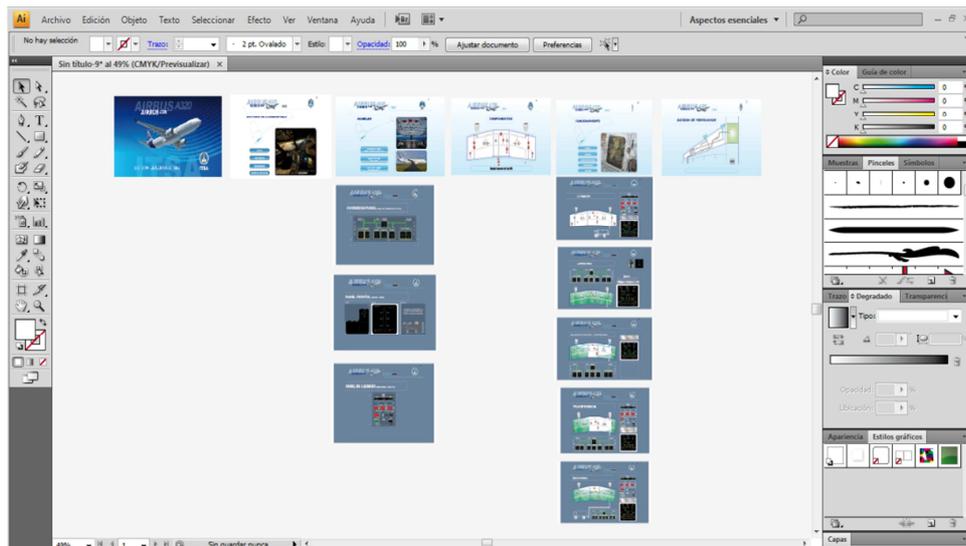


Fig. 3.9 Plantilla del sistema de combustible.
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro.

Todas las páginas de los procedimientos fueron diseñadas de acuerdo a los paneles que se tienen acceso.

Una vez realizado el diseño de cada una de las páginas de los procedimientos se planteo un orden establecido del sistema de combustible del avión A320. Es decir una plataforma o plantilla base del sistema de combustible, esto facilitó la importación de las páginas, al programa Adobe Flash, observar la figura 3.9.

3.2.2 Adobe PhotoShop CS4

3.2.2.1 Diseño fotográfico de la cabina del avión A320.

Se aplicó el programa Adobe Photoshop para dar una mejor resolución grafica de la cabina del avión A320, para lo cual se dió el montaje del panel de control(overhead panel), de otra imagen. La cabina fue diseñada para localizar y visualizar el panel de control de combustible y el ECAM. Ya que ambos paneles son importantes al momento de activar al sistema de combustible del avión A320.

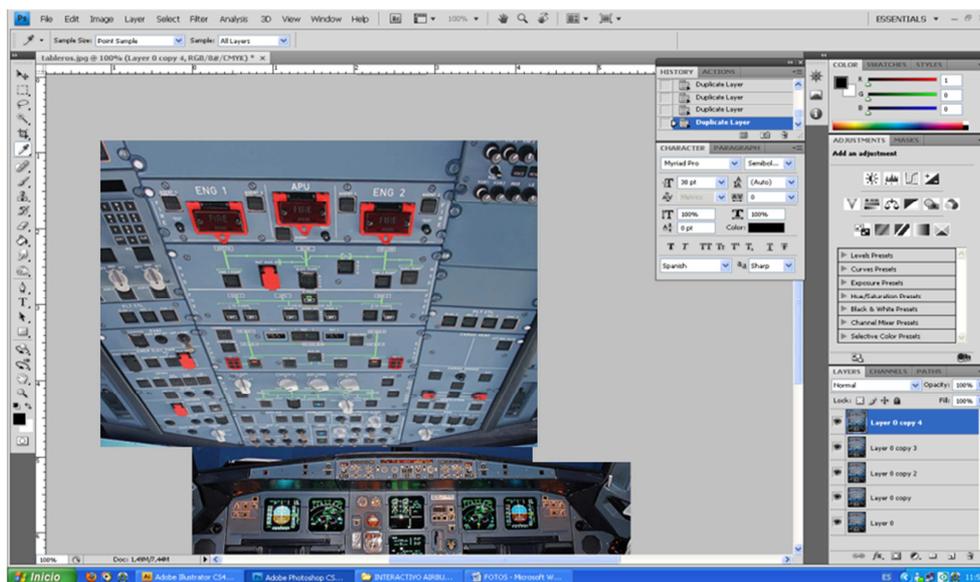


Fig. 3.10 Imagen inserta a la cabina avión A320.
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

El retoque fotográfico o fotomontaje fue realizado de la siguiente manera:

De la investigación, se seleccionó dos imágenes que coordinen con el procedimiento de fotomontaje de la cabina del avión A320, seguidamente las imágenes fueron bajadas de la web.

Las imágenes fueron insertadas a la mesa de trabajo del programa Adobe Photoshop, creándose una capa por cada una, lo que permitió realizarse el fotomontaje.

Para seleccionar la imagen de la primera capa (overhead panel), se empleó el comando de selección de imagen (M), se copió y pegó en la siguiente capa (imagen de la cabina del avión A320), lo cual creó la tercera capa.

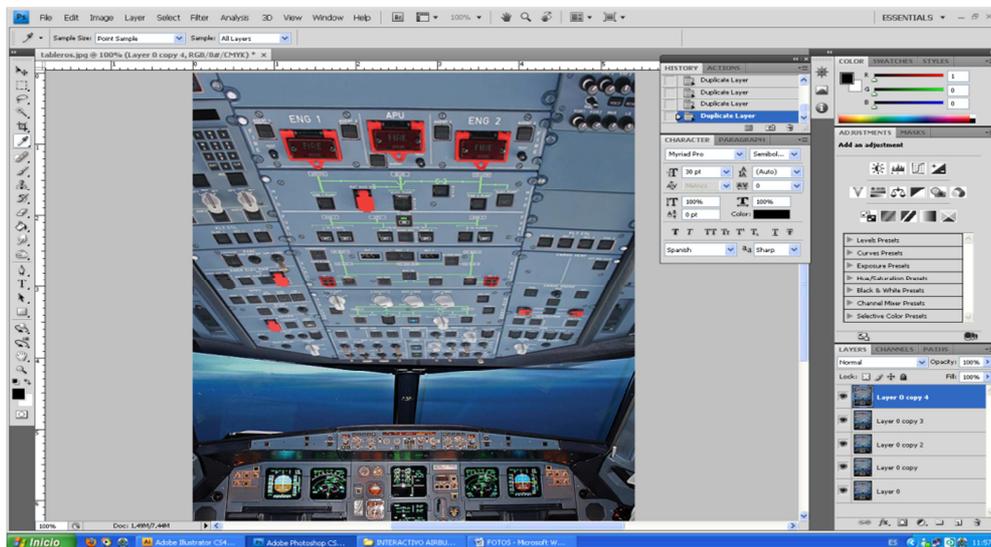


Fig. 3.11 Cabina avión A320.
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

En la tercera capa con las dos imágenes, se procedió a realizar el fotomontaje, para lo cual se efectuó la selección de la primera imagen (overhead panel) con el comando pluma (pen tool), ya que este comando permitió crear puntos de enlace sobre la imagen que fue seleccionada.

Ya creado los puntos de enlace sobre la imagen (overhead panel), se hizo clic derecho del mouse en la misma imagen y se ubicó la herramienta Makeselection, la cual corto la imagen.

La imagen cortada (overhead panel), se pegó y ubicó en la segunda imagen, creando una sola imagen de la cabina del avión A320, observar la fig.3.11.

3.2.3 Adobe Flash CS4 Professional

3.2.3.1 Creación de animaciones

Luego de haber sido redibujadas y ordenadas (plataforma o plantilla), las páginas de inicio y de los procedimientos del sistema de combustible del avión A320, en el programa Adobe Ilustrador se importaron al programa Adobe Flash, en donde se optó por realizar una animación fotograma a fotograma, ya que con este tipo de animación se pudo colocar los botones que, establezcan un orden de aprendizaje.

A continuación se cita los comandos que se utilizaron con mayor frecuencia en la animación, entre estos se tiene los siguientes:

- Ventana de tiempo.
- Capas.
- Fotogramas.
- Ventana de mezcla de colores.
- Ventana de acciones.

3.2.3.2 Secuencia de animación.

Una vez transportadas una por una las páginas redibujadas, al programa Adobe Flash se comenzó a efectuar la animación de cada una de ellas, observar las figuras 3.12 y 3.13.

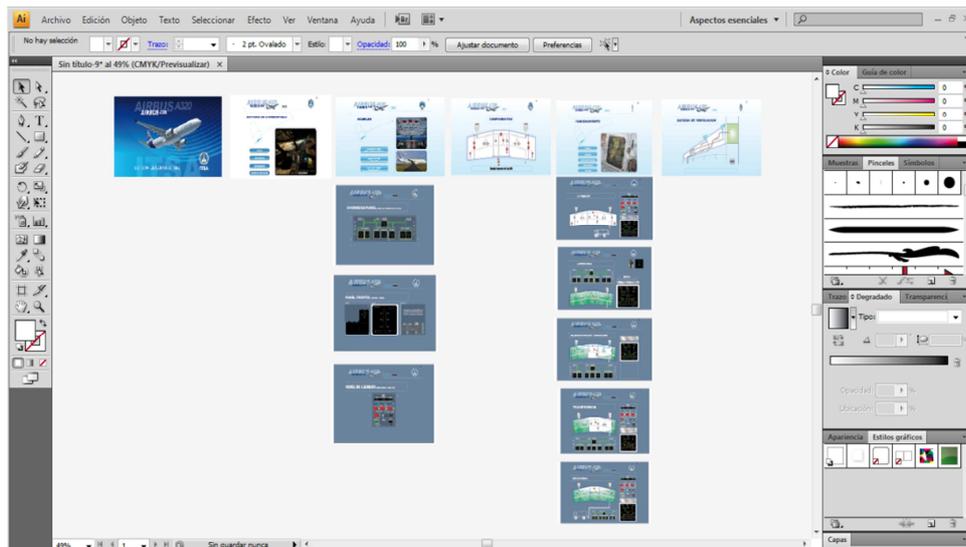


Fig. 3.12 Plataforma / adobe ilustrador
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

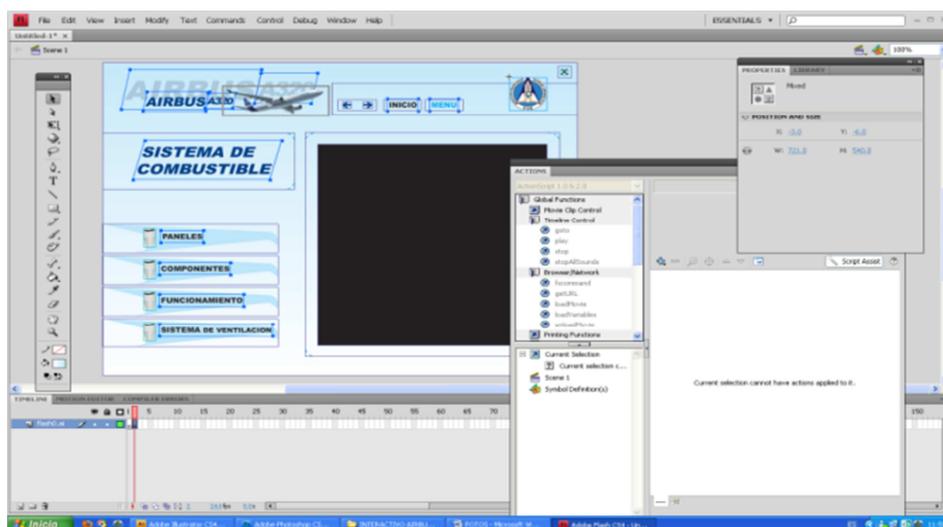


Fig. 3.13 Página menú / adobe flash
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

En la página de menú figura 3.13, se aplicó los efectos de animación en cada botón (paneles, componentes, funcionamiento, sistema de ventilación), para lo cual se realizó lo siguiente.

Para realizar la animación se inicio seleccionando el botón (paneles), se hizo clic derecho en el mouse, y ubicar la herramienta convertto symbol clip, al instante se abre una ventana, en ella se seleccionó el comando button, y se convierte automáticamente en un botón.

Para darle funcionamiento o acción al botón (paneles), se inicio seleccionando el mismo, luego clic derecho en el mouse y se ubicó el comando Actions, el cual permitió que el botón (paneles) tenga una función o activación.

El botón (paneles) ya quedó accionado, pero para que aparezca la página de los paneles se debió acudir a la ventana de programación ActionFrame en la cual se ubicó la función Gotoframe 5 (ir a la página 5), donde apareció la página de los tres paneles (panel de control, ECAM, panel de carga y descarga de combustible), del sistema de combustible del avión A320, observar figura 3.14.

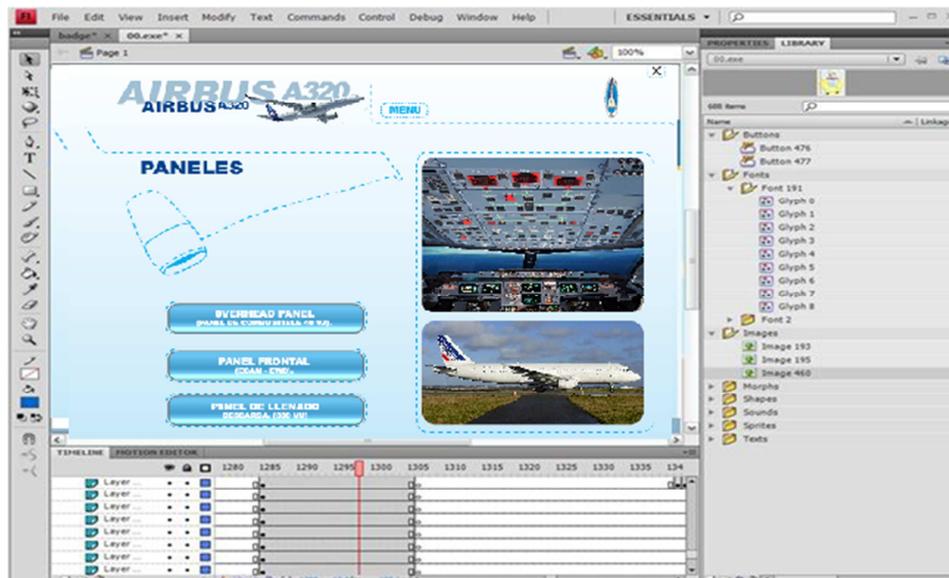


Fig. 3.14 Página de menú - paneles / adobe flash
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

Para la animación y programación de los demás botones (componentes, funcionamiento, y sistema de ventilación), de la página de menú (fig. 3.13), se debió efectuar los mismos pasos, pero cada botón tiene su diferente programación, ya que cada uno de los botones (componentes, funcionamiento, y sistema de ventilación), tienen su página principal.

Pero para seguir la secuencia de animación en la figura 3.14, se seleccionó el botón (overhead panel), y con la herramienta convertto symbol clip, se realizó la animación.

El botón (overhead panel), ya quedó accionado, pero para que aparezca la página del panel (overhead panel), se debió acudir a la ventana de programación ActionFrame en la cual se ubicó la función Gotoframe 9 (ir a la página 9), donde apareció el panel con todos sus botones de control para el funcionamiento del sistema de combustible del avión A320, observar figura 3.15.

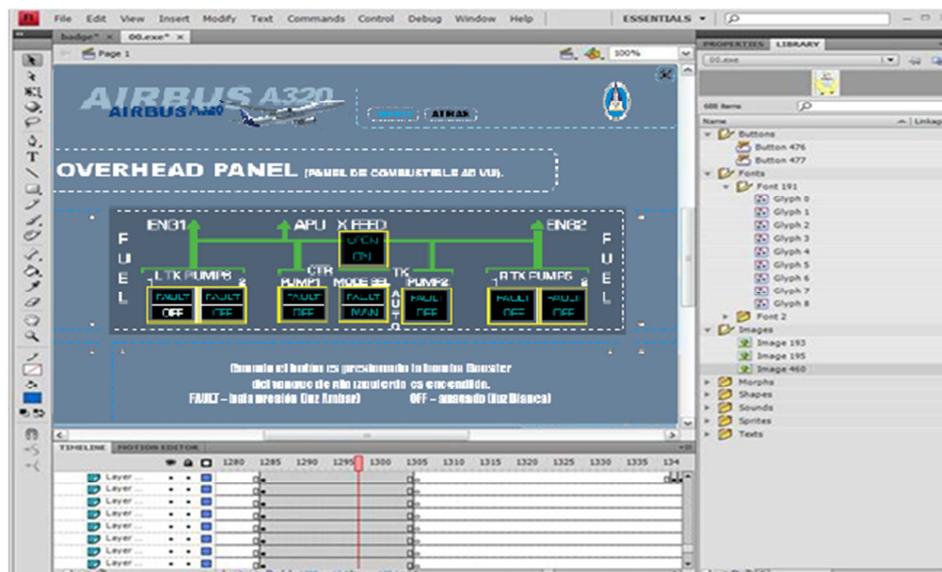


Fig. 3.15Página overhead panel –sist.de combustible / adobe flash
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

La descripción de cada uno de los botones de control que contiene el panel (fig. 3.15), fue realizado con la ayuda del comando de Texto.

La animación de cada uno de los botones de control está representada en la línea de tiempo, y la acción se lo ve representada en la ventana de Action Frame.

Para todas las páginas que contenían y que debían ser accionados botones de control se realizaron todos los procedimientos antes mencionados.

Seguidamente se comenzó a realizar la animación de las páginas de los diferentes funcionamientos que posee el sistema de combustible del avión A320.

Una vez efectuado la animación y programación del botón (funcionamiento) de la página de menú (fig. 3.13), aparece la página de los funcionamientos (llenado, consumo, alimentación cruzada, transferencia y descarga de combustible), figura 3.16.

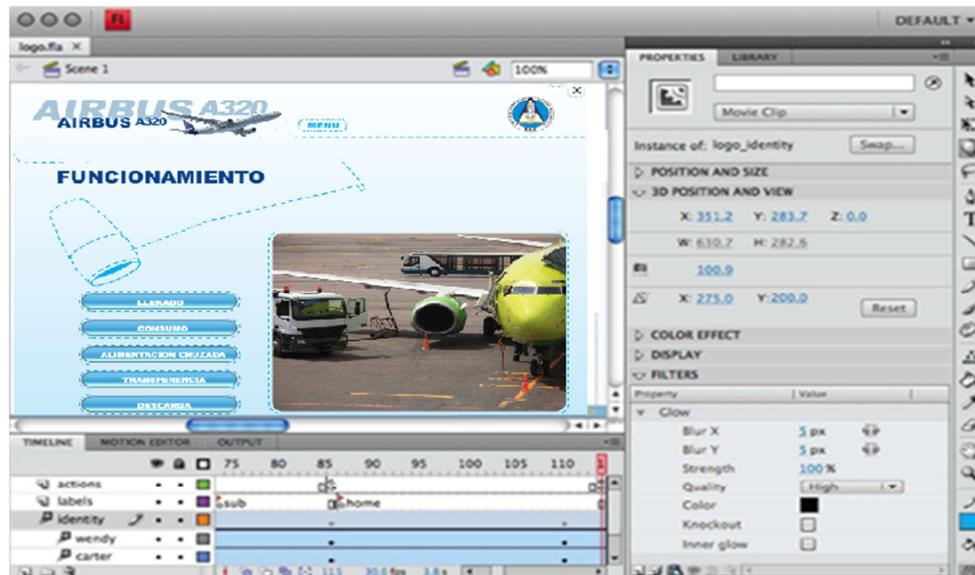


Fig. 3.16 Página Funcionamiento / adobe flash
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

De igual manera se desarrolló la animación del botón (llenado), se inicio seleccionando el botón (llenado), se hizo clic derecho en el mouse, para elegir la herramienta convert to symbol clip, al instante se abrió una ventana, en ella se ubicó el comando button, y se convirtió automáticamente en un botón.

Para darle funcionamiento o acción al botón (llenado), se inicio seleccionando el mismo, luego se realizó clic derecho en el mouse para ubicar el comando Actions, el cual permitió que el botón (llenado) tenga una función o activación.

El botón (llenado) ya quedó accionado, pero para que aparezca dicha página se debió acudir a la ventana de programación Action Frame en la cual se ubicó la función Go to frame 19 (ir a la página 19), donde apareció la página que contiene los paneles, para el funcionamiento de llenado, observar figura 3.17.



Fig. 3.17 Página funcionamiento - llenado/ adobe flash
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

Una vez que se tuvo la página (fig.3.17) del procedimiento de llenado, se inicio a efectuar la animación adecuada y se estableció un orden de acuerdo a su funcionamiento.

Las bombas y válvulas que eran mostradas en el diagrama de componentes (fig 3.17), fueron animadas una por una, como un movie clip, para realizarlo se procedió a seleccionar la bomba o válvula, ya ubicada se hizo clic derecho en el mouse seguidamente apareció una pequeña ventana en donde se ubicó la herramienta convert to symbol clip, al instante se abrió una nueva ventana, en la cual se eligió la opción movie clip para cada una de las bombas y válvulas del diagrama.

Pero una vez animadas a movie clip una por una las bombas y válvulas, se recurrió a la línea de tiempo para ubicarlas el necesario y adecuado tiempo, para su funcionamiento ideal.

En el caso de las bombas se le ubico el tiempo de 1 seg por cada giro que da la bomba durante su función.

Por lo contrario, las válvulas fueron ubicadas con un tiempo de 2 seg, para su función de abrir, cerrar y viceversa.

De igual manera las bombas y válvulas fueron programadas con la ventana de programación Action Frame en la cual se seleccionó la función play and stop (mover y parar), donde se puede controlar la función de cada bomba y válvula.

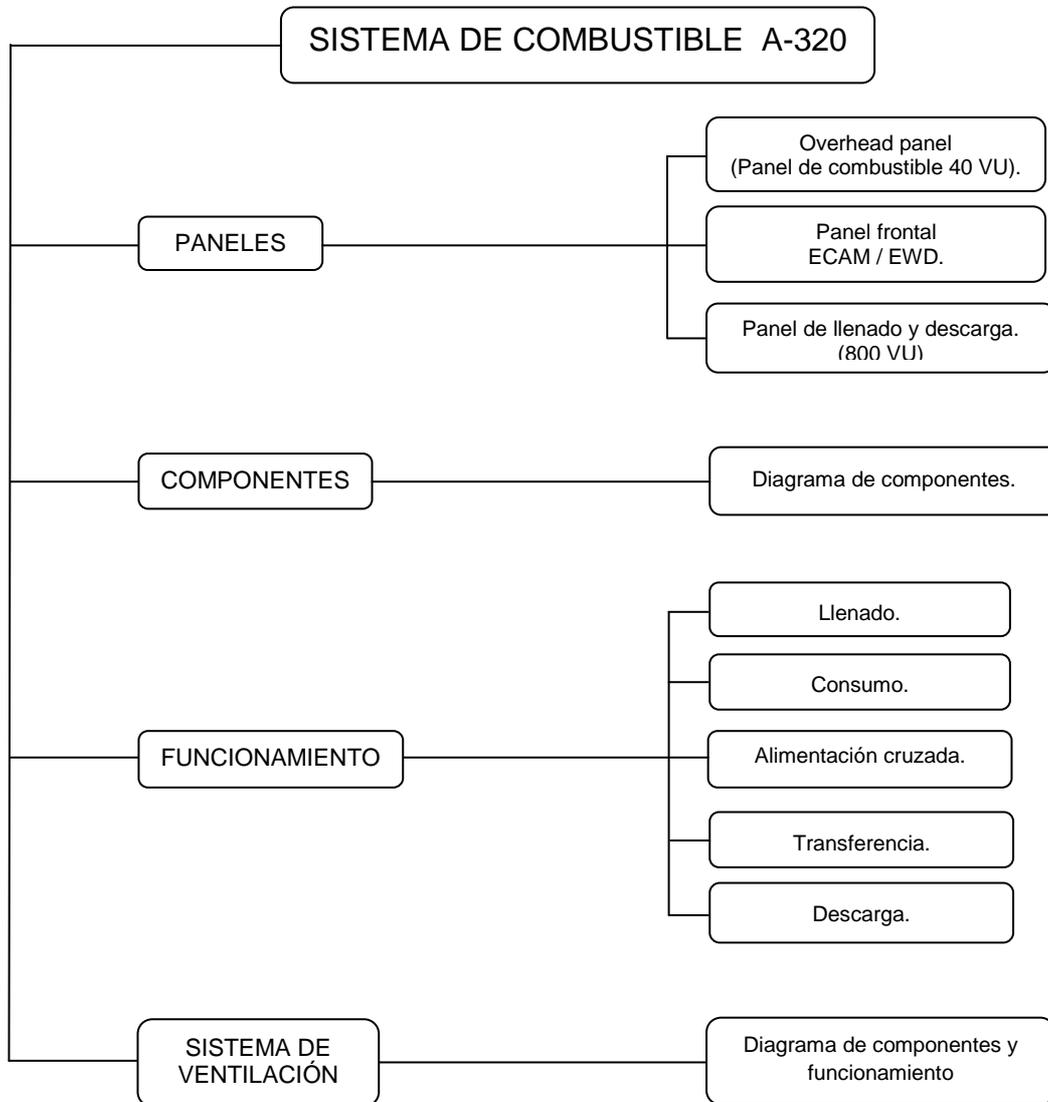
Para la animación y programación de los paneles de control (panel de carga y descarga de combustible y ECAM, fig.3.16), se realizó con los mismos pasos antes utilizados en diagrama de componentes. Pero para la secuencia de funcionamiento de las bombas y válvulas se incorporaron capas, lo mismo que se dio, insertando, una imagen sobre otra, es decir que se ubicó una imagen de una bomba sobre otra bomba, para lo cual se empleó la herramienta new layer. De igual manera fue efectuado en los diferentes selectores de cada uno de los paneles. Todo de acuerdo al orden del funcionamiento y procedimiento de llenado.

Las siguientes páginas de funcionamiento fueron animadas y programadas con la ayuda de las herramientas y comandos antes mencionados y utilizados en el procedimiento de llenado. Cada uno de los componentes y selectores de los mismos presentes en los paneles, fueron programados de acuerdo al orden establecido de cada uno de los procedimientos (llenado, consumo, alimentación cruzada, transferencia y descarga de combustible).

Cada página animada y programada formó un fotograma (frame), la misma que contiene capas, las cuales fueron montadas una a otra de acuerdo al funcionamiento que se dio al frame.

En la animación, la programación dio la secuencia a todo el sistema de combustible del avión A320, ya que el mismo requiere un orden para su funcionamiento normal.

3.2.4 Diagrama de flujo de funcionamiento del programa interactivo.



3.2.5 Presentación Final.

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



3.18 Inicio
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro



3.19 Menú principal
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

AIRBUS A320
AIRBUS A320 

MENU 

PANELES





OVERHEAD PANEL
(PANEL DE COMBUSTIBLE 40 VU).

PANEL FRONTAL
(ECAM - EWD).

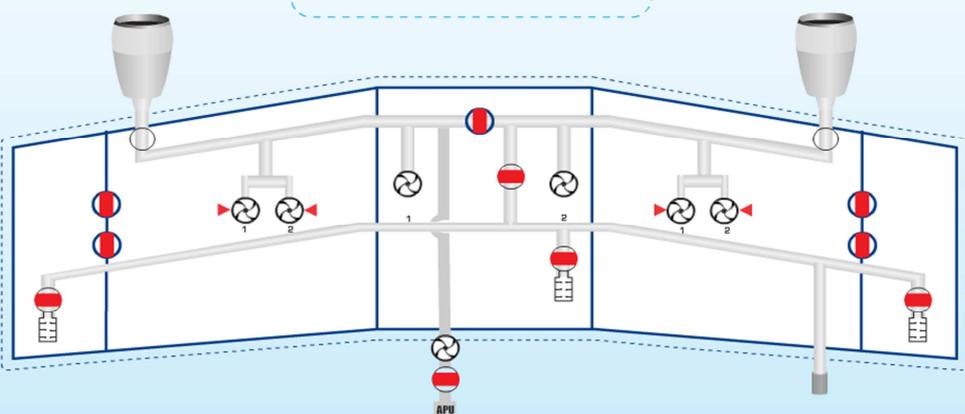
PANEL DE LLENADO
DESCARGA. (800 VU)

3.20 Página 1 – paneles
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

AIRBUS A320
AIRBUS A320 

MENU 

COMPONENTES

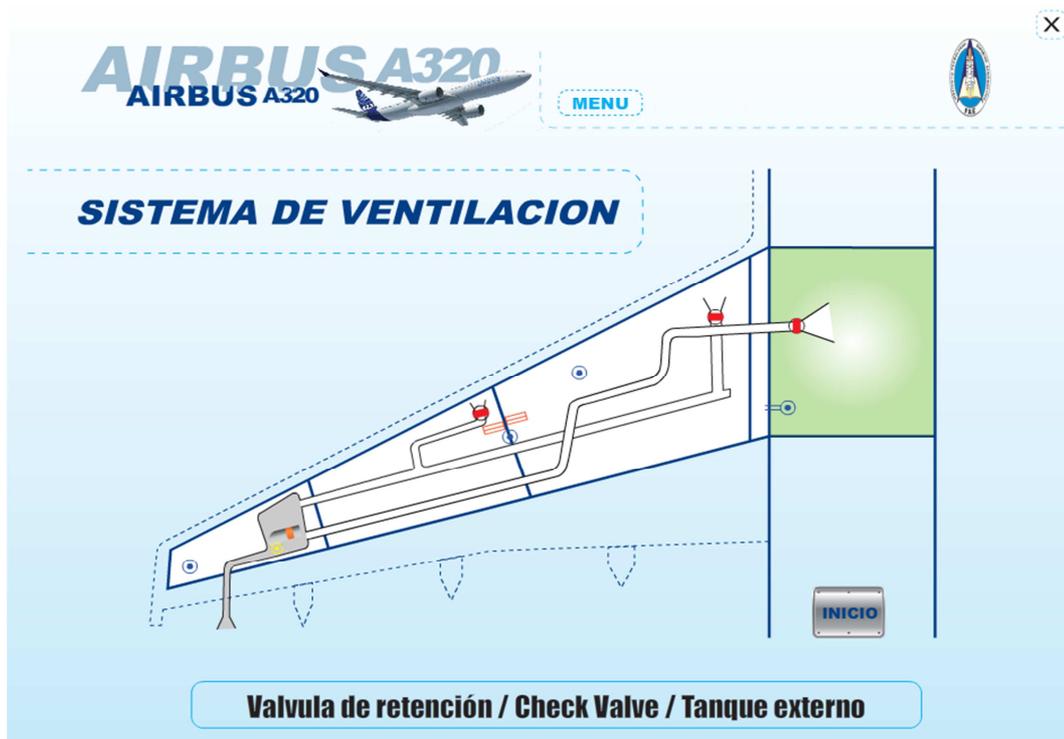


Bomba booster 1 del tanque central

3.21 Página 2 – componentes
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro



3.22 Página 3 - funcionamiento.
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro



3.23 Página 4 - Sist. ventilación.
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

3.3 Pruebas del Software

Para brindar mayor performance al Sistema Didáctico Interactivo del “Sistema de Combustible del avión Airbus A-320”, se realizó pruebas de funcionamiento en cada fotogramas, pese a eso al momento de editar las escenas, se efectuó la corrección de ciertos errores;

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
PANELES	Cambio tono de color.	Corrección de descripciones y temas	Ok	Ok
FUNCIONAMIENTO	Corrección de programación	Cambio de ubicación de los componentes.	Correcciones de funcionamiento en todos los procedimientos	Ok
COMPONENTES	Cambio de descripciones.	Aumento de componentes	Ok	Ok
SIST. DE VENTILACION	Corrección en la descripción de componentes	Incorporación de componentes y su descripción	Corrección del funcionamiento	Ok
OTROS	Cambio en los temas principales	Eliminación del video de introducción	Cambio en los botones de manejo del manual. (inicio, menú, atrás)	Ok

3.4 Manual de operación.

Para ingresar al Sistema Didáctico Interactivo del Sistema de Combustible del Avión Airbus A-320, inserte el CD en el ordenador, y realizar un clic en el icono Mi PC (fig. 3.24), una vez abierta esta ventana se activará el icono llamado A-320 (E:), que presentará la información que contiene el CD.



Fig. 3.24 Acción uno y dos
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

Luego de haber ingresado a la información que contiene el CD encontramos el icono Airbus A320, fig. 3.25.

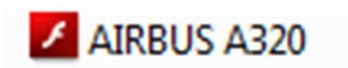


Fig. 3.25 Acción tres
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

Para ingresar al menú principal realizar un clic en el icono Airbus A320, fig. 3.25, y automáticamente ingresara a la página de inicio.



Fig. 3.26 Inicio
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

Luego aparecerá la pagina de menú, en la cual presenta el contenido del sistema de combustible del avión A320. Ver fig. 3.27



Fig. 3.27 Menú principal
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

De la presente página se puede elegir la opción que se desee estudiar del sistema de combustible del avión A320.

Pero para un mejor conocimiento del tema se prefiere seguir el orden de los botones ya que esto permitirá que el aprendizaje sea más rápido.

Una vez ingresado a las páginas de funcionamiento, existen opciones en las presentaciones con el enunciado INICIO, para regresar a la página principal, ver fig. 3.28. Y la opción MENÚ, para retornar a la página principal de cada funcionamiento, ver fig. 3.28.



Fig. 3.28 Opciones de funcionamiento
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

Finalmente en las páginas de funcionamiento se presenta las instrucciones o pasos a seguir para cada uno de los procedimientos. Ver fig. 3.29.



Fig. 3.29 Instrucciones
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

Para la instalación del presente programa interactivo didáctico del sistema de combustible del avión A320, se prefiere que el ordenador cuente con las siguientes características:

- Windows XP, Vista, o 7.
- Servipack 1 o 2.
- Procesador a 2 GHz o más rápido
- 512 MB de RAM (se recomienda 1 GB)
- Contar con el programa Adobe Flash.

Al contar con las características antes mencionadas se puede instalar el programa interactivo, seguir la siguiente secuencia:

Primero inserte el CD en el ordenador, y realizar un clic en el icono Mi PC (fig. 3.30), una vez abierta esta ventana se activará el icono llamado A-320 (E:), que presentará la información que contiene el CD.



Fig. 3.30 Acción uno y dos
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

Luego de haber ingresado a la información que contiene el CD encontramos el icono Airbus A320, fig. 3.31.

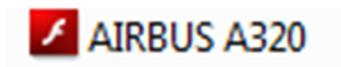


Fig. 3.31 Acción tres
Elaborado: Sr. Eduardo G. Castro

Una vez ubicada la opción Airbus A320, seleccionar y hacer clic derecho en el mouse, se abrirá una ventana en la cual debe elegir la opción copiar. Elegir donde pretende ubicar el icono Airbus A320, ya ubicado realizar clic derecho en el mouse y marcar la opción pegar.

CAPÍTULO IV

4.1 Conclusiones:

- Se elaboró el sistema de entrenamiento didáctico interactivo del Sistema de Combustible del Avión Airbus A-320, el mismo que cuenta con los diferentes procedimientos de funcionamiento, permitiendo que los estudiantes tenga una mejor alternativa de aprendizaje.
- La recolección de información del sistema de combustible de avión Airbus 320, se dió de diferentes fuentes, pero la mejor alternativa fueron los programas interactivos de entrenamiento del avión Airbus 320, los mismos que permitieron interpretar de mejor manera los procedimientos de funcionamiento, desarrollados en el presente proyecto.
- Los programas de Adobe son en la actualidad los más sofisticados y adecuados para realizar proyectos multimedia ya que permitieron ilustrar, editar fotografías y videos, como también el efecto de movimiento de botones y componentes, durante el funcionamiento del sistema de combustible del avión Airbus 320.
- Para el diseño gráfico de los distintos paneles se empleó el programa Adobe Ilustrador ya que permitió trabajar con mapa de bits (imágenes) y trazos vectoriales (formas), debido a que todo el diseño grafico de los paneles fue desarrollado en base a imágenes prediseñadas.
- Los programas de entrenamiento didáctico interactivos son la mejor alternativa de estudio ya que permiten interrelacionar la teoría con la práctica, incentivando un alto desempeño en los estudiantes.

4.2 Recomendaciones:

- Al momento de hacer uso del CD interactivo debe seguir la secuencia y orden, definidos en el manual de operación, así no se tendrá confusiones y la interpretación del sistema será mucho más rápida.
- Al momento de transportar los gráficos redibujados en Adobe Ilustrador a Adobe Flash se recomienda que todos estén completos ya que evitara tener confusiones en las animaciones.
- Se recomienda, a los instructores que revisan el sistema de combustible de avión Airbus 320, hagan uso del presente material didáctico, ayudando a cubrir cualquier inquietud en los estudiantes, lo cual fortalecerá un aprendizaje de calidad.
- El entrenamiento teórico-práctico en los estudiantes mejora el nivel de conocimientos, para cual se recomienda realizar visitas técnicas a la empresa que posea aviones Airbus 320, permitiendo relacionar el sistema interactivo con la práctica.
- El idioma inglés, es necesario para mejor interpretación de las palabras técnicas descritas en el presente material didáctico, debido a que los manuales son presentados en dicho idioma.

Glosario:

Asimilar: Hacer que algo llegue a formar parte de él.

Acople: Unir o adaptar un elemento mecánico a otro.

Alimentar: Proporcionar lo suficiente para que funcione.

Abastecimiento: Proveer de algo necesario.

Animación: Hecho o efecto de animar o animarse.

Automatización: Que se procede inmediata y necesariamente como consecuencia de algo.

Bomba: Mecanismo que succiona un fluido, para enviarlo con una presión definida al artefacto que vaya alimentar.

Capacitor: Ayuda a crear el espacio suficiente para su desempeño.

Conductor: Cuerpo capaz de conducir el calor o la electricidad.

Conexión: hecho o efecto de conectar.

Diagrama: Representación grafica, esquemática de algo.

Didáctico: Método adecuado para la enseñanza.

Diseño: Hacer un dibujo, esquema boceto para desarrollar algo.

Drenaje: Dar salida al exceso de algún fluido.

Electrostática: Presente en un cuerpo que tiene cargas eléctricas en reposo.

Engranaje: Serie de piezas que encajan entre sí.

Fusible: Dispositivo de seguridad consiste en un hilo metálico que, cuando la intensidad de la corriente es excesiva, se funde y la interrumpe.

Fluir: Correr o moverse un fluido.

Inflamable: Que se enciende fácilmente.

Interruptor (switch): Mecanismo destinado a interrumpir o establecer un circuito eléctrico.

Inversor: Que invierte o cambia alguna fuente.

Interactivo: Que procede por interacción. Dicho de un programa: Que permite una interacción, a modo de diálogo, entre el ordenador y el usuario.

Magnético: Poder de atracción del imán.

Multimedia: Que utiliza simultáneamente diversos medios, imágenes textos y sonidos.

Monitorear: Recepción de imágenes que son tomadas de filmaciones que sirven para controlar su transmisión.

Panel: Elemento que constituye una superficie plana que sirve para dividir en espacios.

Presión: Hecho de apretar o comprimir sobre algún fluido.

Programa: Conjunto ordenador de actividades y proyectos que se piensan realizar.

Sistema: Conjunto de mecanismos o dispositivos que realizan una determinada función.

Sensor: dispositivo que detecta determinados estímulos y los transforma en señales que transmite como información a otro dispositivo o sistema.

Sonda: aparato para explorar o investigar zonas de difícil acceso.

Succión: Absorber o extraer hacia dentro de sí.

Selector: Dispositivo que tiene la opción de elegir.

Segmento: Parte o porción cortada o separada de un todo.

Secuencia: Serie o sucesión de elementos relacionados entre sí.

Turbulencia: Movimiento brusco de aire, que se caracteriza por la formación de remolinos.

Transferencia: Pasar o trasladar algo de un sitio a otro.

Válvula: Mecanismo que regula la presión de un fluido que circula por un conducto.

Abreviaturas y siglas:

APU: Anidad de potencia auxiliar.

ARINC: Radio aeronáutico incorporado.

ADIRU: La unidad de referencia datos/inercia área.

BITE:Equipos de prueba.

CFDS: Sistema de pantallas centralizadas de fallas.

CIC: Compensador índice de capacitancia.

CTL:Control.

EEC: El control del motor electrónico.

ECAM: Monitor eléctrico centralizado de combustible del avión.

EWD: Pantalla de advertencias del motor.

FRV:válvula que retorna el combustible.

FLSCU: Unidad de control que sensa el nivel de combustible.

FQIC: Computador de indicación de cantidad de combustible.

FOB:Total de combustible a bordo.

FADEC: Motor digital que controla la alimentación de combustible.

FMGC: Indicador de dirección de vuelo y computadoras guía.

IDG:Generador de conducción integrada.

LH: Mano izquierda.

MTI: Indicador del tanque múltiple.

MTI: Indicador de tanque múltiple.

MCU: Unidades de control máster.

MMI: Indicador magnético manual.

LED: Diodo emisor de luz.

OBRM:Módulo reemplazable a bordo

RH: Mano derecha

XFR: Transferencia.

Bibliografía

Referencias bibliográficas:

- Recopilación de Derecho Aeronáutico. (RGDAC).
- Biblioteca TAME. Technical Training Manual, Mechanics Course.
- Microsoft ® Encarta ® 2008. © 1993-2007 Microsoft Corporation.
- Estudio 320/Mini CBT/Fuel/System Presentation.ppt.
- A319/A320/A321 CFM56 & V2500 / US & METRIC UNITS- MAINTENANCE COURSE-AutorunCDROM Version 1.4.1.
- Departamento de Ingeniería Airbus, CD MaintenanceCourses.
- DIFFERENCE COUSE – Generic part 320-321 PDF – Adobe Reader.

Enlaces de internet:

- www.manualvuelo.com/SIF/SIF36.html
- caballerosdelaire.wordpress.com/logbook/airbus-a3192021/
- www.ultraligero.net/Cursos/mecanica/Motores%20de%20aviacion.pdf
- www.airbus.com/.../airbus-y-parker-aerospace-unen-sus-fue.
- www.escuadron69.net/.../index.php?/.../aviones.../airbus-a3.
- www.aviacol.net/.../aviones.../airbus-a319-a320.ht..

ANEXO “A”

Anteproyecto

1 El Problema.

1.1 Planteamiento del problema

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), fundada el 08 de Noviembre de 1999, se constituye como un Centro Académico de formación Tecnológica Superior regida por las leyes y reglamentos de educación superior correspondiente y registrada en el CONESUP, la presente institución en la actualidad se encuentra dirigida por el Cnel. Patricio Espín. (Rector ITSA).

Es la única institución de educación superior que consolida el camino a la excelencia educativa enmarcada en los más altos principios éticos y morales, proporcionando una educación integral y de calidad para afrontar los desafíos que impone el avance tecnológico mundial, siendo así un semillero de potenciales especializados en garantizar al sector administrativo, empresarial y productivo, mano de obra calificada y certificada, dispuesta a generar creativas propuestas encaminadas a la excelencia de Nuestra Patria.

En el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) se da a escoger a la comunidad las varias carreras que presenta en el campo Aeronáutico, una de ellas es la Mecánica Aeronáutica, que forma Tecnólogos que se desempeñan en el ámbito laboral como técnicos en mantenimiento aeronáutico ya sea en línea de vuelo o en los talleres de mantenimiento aeronáutico. Por su formación académica, técnico- científica, ya que se hallan capacitados para desarrollar trabajos de talles y administrativos bajo criterios del mejoramiento continuo.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, se ha observado que se deben contar con los materiales de entrenamiento suficientes para familiarizarse con el avance tecnológico de las diferentes aeronaves. Ya que sin estos materiales de entrenamiento no conocerían del medio, provocando así mayor cantidad de dudas e inquietudes.

Además los estudiantes ven la necesidad de utilizar material didáctico de los diferentes sistemas que comprende una aeronave de última tecnología como por ejemplo el sistema de combustible, sistema hidráulico, sistema de aire acondicionado, etc.

De no solucionarse esta situación seguirán existiendo las dudas en los estudiantes que siguen el estudio de los sistemas de una aeronave, impidiendo el conocimiento teórico-práctico, lo que conllevaría a tener obstáculos en su ámbito laboral.

1.2 Formulación del Problema

¿Mediante modernos métodos instructivos de enseñanza mejoraría el conocimiento teórico-práctico en los alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico "ITSA", de la Carrera Mecánica mención Motores?

1.3 Justificación e Importancia:

Con el rápido desarrollo y avance tecnológico de la Aviación que día a día va rompiendo barreras científicas, en las empresas se va creando la necesidad de contar con personal altamente calificado en Investigación, Creatividad y procesos de Conocimiento Especializado en Aeronáutica.

En el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, carrera de Mecánica Aeronáutica especialización Motores viene impartiendo a sus alumnos los conocimientos básicos, fundamentales, globales de funcionamiento en motores a reacción y procesos de operación del avión, por esta razón se debe contar con manuales interactivos de los diferentes sistemas que comprende una aeronave de última tecnología, los cuales permitan fomentar el aprendizaje en los alumnos, para el facilitador será una herramienta de primera mano técnica, que le sirva de apoyo para afianzar el entrenamiento inmediato de los futuros tecnólogos en moderna Tecnología Aeronáutica.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Analizar las alternativas tecnológicas para afianzar el conocimiento teórico-práctico de los alumnos en los diferentes sistemas que comprende una aeronave, del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico "ITSA", en la Carrera Mecánica Aeronáutica mención Motores.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar una consulta a docentes y estudiantes en la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores con el fin de cuantificar la necesidad de mejorar los métodos de enseñanza actuales.
- Analizar la información recolectada y procesarla de la forma más técnica con el fin de comprender si es o no necesario mejorar el conocimiento teórico-práctico mediante modernos métodos de enseñanza.
- Proponer la elaboración del Manual Interactivo para el proceso de inter-aprendizaje entre docentes y estudiantes.

1.4 Alcance

El presente trabajo investigativo está dirigido al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), específicamente a la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores, pretendiendo fomentar nuevos conocimientos teóricos-prácticos en los estudiantes mediante el Manual Interactivo de un sistema que comprende las aeronaves de última tecnología, el cual facilite la instrucción por parte de los docentes del ITSA así como también para el aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

2. PLAN METODOLÓGICO.

2.1 Modalidad Básica de la Investigación:

De Campo.

Se la va a emplear esta modalidad ya que permitirá estar en el sitio del problema, llegando directamente a las fuentes primarias, (Protagonistas del hecho que se está analizando).

Documental Bibliográfica.

Con la misma intención de aportar a la presente investigación, se empleara documental bibliográfica quien proporcionara varios recursos bibliográficos primarios de textos, bibliográficos secundarios estos pueden ser de páginas web de internet, es decir, toda fuente que se tenga a disposición y se sume a la investigación, será recopilada y procesada para un mejor trabajo de investigación.

2.2 Tipos de Investigación

No experimental

Este tipo de investigación será utilizada porque, no hay que experimentar en ningún momento con algún método de enseñanza-aprendizaje existente en la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA, para determinar las necesidades de uno o varios estudiantes.

2.3 Niveles de Investigación:

Descriptiva

Mediante este tipo de investigación, se utilizará el análisis, de esta manera se logrará determinar el objeto de estudio; así como detallar de manera clara las causas y efectos en las que incurre el tener un mejor método de enseñanza-aprendizaje para así afianzar el conocimiento teórico-práctico de los alumnos.

2.4 Universo, Población y Muestra:

Universo

En el presente trabajo de investigación se toma como Universo al personal Docente y Estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Población

Se toma en cuenta como población a los docentes que imparten las diferentes asignaturas técnicas y alumnos que cursan de primero a sexto nivel, ya que en los niveles antes mencionados se dictan las diferentes asignaturas técnicas aeronáuticas.

Muestra

Para obtener la muestra se tomara en consideración a la mejor ecuación estadística que facilite conocer el tamaño de la muestra, en función de los estudiantes, personal docentes, que son parte de la población.

2.5 Recolección de Datos:

La recolección de datos consiste en reunir la información necesaria sobre las variables involucradas en la investigación, así también personas que se incluyen resumidas en una muestra probabilística, se hará uso de información primaria, secundaria y de las diferentes técnicas, los cuales ayudaran a definir los materiales didácticos interactivos que facilite el aprendizaje en los alumnos. La recolección de datos implicaría elaborar un plan detallado de procedimientos, como los diferentes puntos a tratarse:

- ✓ Cuáles son las fuentes a tratar (personas, documento, bases de datos).
- ✓ En donde se localizan las fuentes.
- ✓ A través de que método se recolecta la información.
- ✓Cuál es la forma de análisis para solucionar el problema.

2.5.1 Técnicas o instrumentos de medición:

Bibliográfica

En lo que respecta a la documentación bibliográfica se procederá a consultar el material ya existente que se aplica en nuevos métodos de enseñanza en el ITSA y a nivel mundial por medio del Internet, se consultara las regulaciones de la Dirección de Aviación Civil, base de datos, libros, etc.

De Campo

Se va aplicar la investigación de campo ya que facilita la recolección de información primaria. Por medio de:

- ✓ Cuestionarios: Auto administrado.- Se les va a facilitar personalmente los cuestionarios de manera que por ellos mismos resuelvan las preguntas formuladas.

2.6 Procesamiento de la Información:

Una vez recopilada la información deseada se procederá a procesarla; en este punto se utilizaran los siguientes programas informáticos:

- ✓ Microsoft Office Excel 2007; nos ayudará a realizar cálculos, tabular los resultados de la investigación y realizar las gráficas porcentuales de los mismos.
- ✓ Microsoft Office Word 2007; nos ayudará en el análisis y escogitamiento de la información recogida.

2.7 Análisis e Interpretación de Resultados

Al descifrar los resultados nos dará respuesta a nuestra mayor inquietud que es la de saber si es necesario mejorar el conocimiento teórico en los alumnos de la carrera de Mecánica-Motores por medio de modernos métodos de enseñanza y si a si fuera se procedería a dar una solución.

Análisis

El análisis que se va a realizar de nuestros datos va a comprender:

- ✓ Análisis Estadístico.- el cual por medio de porcentajes develara los resultados.
- ✓ Presentación de datos.- se empleara métodos gráficos y hojas de cálculo (Microsoft Office Excel).

Deducción

La utilización de este método es de gran ayuda ya que permitirá inferir y determinar las consecuencias lógicas del problema desde un principio, todo esto facilitara conocer la falta de material didáctico moderno en la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Síntesis

En síntesis vamos a extraer de forma fundamental la idea principal que nos permitirá sacar una solución de nuestro problema.

2.8 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación

Luego de realizada la investigación, analizado e interpretado los resultados, se detallarán las conclusiones y recomendaciones.

3. EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO:

3.1 Marco Teórico

3.1.1 Antecedentes de la investigación

Desde algún tiempo el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico mantiene archivado trabajos de grado en la biblioteca, la misma que está abierta al público y brinda las facilidades de estudio así como fuente de consulta, análisis, respaldo de futuros trabajos de grado.

Se ha realizado una Tabla (N°1) la misma que consta de trabajos de grado realizados con respecto a manuales interactivos, con el fin de conocer predecesores y el legado que han brindado a nuestra prestigiosa institución "ITSA" estudiantes ya graduados; también aportara como fundamento legal de respaldo ya que podremos saber que se espera crear y brindar un servicio distinto a la institución.

Tabla No. 1

Número ingreso	ELABORADO POR:	TÍTULO
043	Salazar Cueva Edison	Elaboración de una librería grafica de instrumentos de aviación mediante utilización de diseño asistido por computador Auto CAD 2002-2D
045	Cerrante Molina Ricardo	Construcción de un interactivo del funcionamiento del sist. de combustible del avión Boeing 727
051	Villegas Ortiz Erick Ernesto	Construcción del Material interactivo del Sist. Hidráulico del avión Boeing 727
058	Fernández Rendón Emilio	Elaboración de un interactivo del funcionamiento del sist. del Tren de aterrizaje del avión K-fir
065	Jiménez Franco Stalin	Elaboración de un sist. didáctico del Sist. Neumático del Avión Boeing 727-100
066	López Francia Jaime	Construcción de un interactivo del funcionamiento de pistones, bomba y válvulas hidráulicas
072	PilatasigMontaluiza Wellington	Elaboración de un interactivo del sist. de lubricación del avión Boeing 727

079	CuascotaTanicuchi Jimmy	Elaboración de interactivo de funcionamiento del motor J33- A-35
085	Muñoz Cerda. Carlos Roberto	Construc. de un interactivo del sist. de lubricación del avión gran Caravan 208B
089	Rosero de la Vega. Pablo Emilio.	Elaboración de un interactivo del funcionamiento del sist. Hidráulico del avión Airbus A 320
099	Cañarejo Quishpe	Elaboración de un interactivo del funcionamiento del sist. de frenos del avión K-fir.
100	Carrión Espín	Elaboración de un interactivo de funcionamiento mecánico y partes principales del motor V 2500 A5
103	Espinosa Terán Nicolás	Elaboración de un interactivo del sist. Hidráulico del Avión Foquer F-28
105	Montenegro Jorge	Elaboración de un interactivo de funcionamiento del sist. de transferencia de combustible del K-fir C
119	León Mantilla Ramiro	Elaboración de un Interactivo del sist. de combustible para el avión Dornier 328-100 de la compañía VIP
144	Cbos. Marcelo Punina P.	Elaboración de un interactivo del sistema Hidráulico del avión Casa ON-235
150	Cbos. Yaguale Ricardo	Elaboración de un interactivo de hidráulico del Helicóptero Aero Naval Bell 203 (HN)
153	Michelena Calderón Pablo	Construcción de un interactivo del funcionamiento del sistema hidráulico del Avión Embraer 170
162	Paredes Manobam Andrés	Elaboración de un interactivo de proceso de fabricación del Air Bus 380
169	Cbop. Bustamante Tello	Elaboración de un interactivo de funcionamiento del sist. hidráulico del Helicóptero Gazella SZ-342-L Para el CEMA
171	Cbop. Tituaña Eduardo	Elaboración de un interactivo del Circuito de Lubricación del Motor Makila 1ª del Helicóptero Súper Puma
176	Cbos. Ricardo Yagual	Elaboración de un Manual Didáctico interactivo del Bell 230 HN203
198	Toro Vaca Axel	Elaboración de un interactivo del sist. de combustible del avión Embraer 170
202	Tabanco Cesar	Elaboración de un software interactivo del helicóptero Súper Puma para la ETFA

3.1.2 Fundamentación Teórica

Conocimiento

Acción y efecto de conocer. Entendimiento, inteligencia, razón natural. Cada una de las facultades sensoriales del hombre en la medida en que están activas. Noción, ciencia, sabiduría.

Teórico

Que conoce las cosas o las considera tan solo especulativamente. Que cultiva la parte teórica de una ciencia o un arte. Parte de la instrucción en que se procura a los estudiantes conocimientos teóricos acerca de sus trabajos.

Nuevo

Recién hecho o fabricado. Que se ve o se oye por primera vez. Repetido o reiterado para renovarlo. Distinto o diferente de lo que antes había o se tenía aprendido. Recién incorporado a un lugar o a un grupo. .

Método

Modo de decir o hacer con orden. Modo de obrar o proceder, hábito o costumbre que cada uno tiene y observa. Obra que enseña los elementos de una ciencia o arte. Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

Enseñanza

Sistema y método de dar instrucción. Ejemplo, acción o suceso que sirve de experiencia, enseñando o advirtiendo cómo se debe obrar en casos análogos. Conjunto de conocimientos, principios, ideas, etc., que se enseñan a alguien.

Sistema

Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí. Conjunto de cosas relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a un determinado objeto.

Didáctica

El vocablo didáctica deriva del griego didaktikè ("enseñar") y se define como la disciplina científico-pedagógica que tiene como objeto de estudio, los procesos y elementos existentes en la materia en sí y el aprendizaje. La didáctica pretende fundamentar y regular los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Autoridad aeronáutica

Autoridad que efectúa la certificación y fiscalización de la aeronavegabilidad de las aeronaves, Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

DGAC (Dirección General de Aviación Civil)

Dependencia adscrita al Ministerio de Defensa Nacional, de la República del Ecuador, la cual para los efectos de las Regulaciones de Aviación Civil (RDAC), ejercerá la autoridad aeronáutica en la República del Ecuador; entiéndase asimismo como todas las dependencias y representantes adscritos a la mencionada dependencia.

Centro de instrucción

Es una organización de carácter académico; que se encuentra estructurada de manera técnica, académica y administrativa, por los requisitos contemplados en la Parte 142 de la RDAC, y que tendrá como misión, impartir cursos de formación, capacitación, habilitación y especialización al personal aeronáutico.

ATA Air Transportation Association (Asociación de Transportación Aérea)

Forma de organizar las distintas partes, reparaciones o tipos de sistemas que tiene cualquier avión.

ATA 49 AIRBORNE AUXILIARY POWER (APU) (Fuente Auxiliar de Poder del Avión)

Fuente Auxiliar de Poder del Avión provee poder eléctrico para el sistema del avión y fuente neumática para el sistema neumático del avión, sistema de control ambiental y sistema principal de arranque del motor.

ATA 72 Engine (Motor)

Es una altísima vía de paso para un turboreactor, integrado una nacela y una potencia inversa (reversa) y este incluye los siguientes sub sistemas: modulo de sección fría, sección del compresor, sección de combustión, sección de la turbina, acceso a la sección de impulsión de accesorios (caja de engranajes).

ATA 74 Ignition (Ignición)

El propósito del sistema de ignición enviar el avance fijo de encendido para iniciar la combustión de la mezcla aire/combustible en el motor durante en encendido, en chispa automática y cuando la ignición continua es requerida.

ATA 75 Air (Aire)

Este sistema provee aire desde y a través del motor para el sistema neumático del avión y el sistema se anti hielo, control del compresor del motor, sellos de nacela y propósitos de enfriamiento del motor.

ATA 77 Engine Indicating (Indicaciones del Motor)

El sistema de indicaciones del motor provee al piloto de indicaciones para el vuelo en cabina y datos operacionales del motor para labores de mantenimiento.

ATA 80 Starting (Encendido/arranque)

El propósito del sistema de arranque es proveer al motor con señales para obtener la suficiente velocidad del rotor iniciando la combustión, pagado de la chispa y obtener la sustentación de propulsión del motor.

3.1.3 Fundamentación Legal

Dirección General de Aviación Civil del Ecuador

Recopilación de Derecho Aéreo, parte 147 cita textualmente

3.2 Modalidad Básica de la Investigación:

De Campo.

Esta manera de investigación se aplicó en las aulas de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, realizando una comprobación de la ausencia de mejores métodos de enseñanza-aprendizaje, también se tomara en cuenta la información que se obtendrá de encuestas y entrevistas realizadas a los estudiantes y docentes directamente relacionados con el inter aprendizaje en las aulas.

Bibliográfica Documental

Se utilizara bibliografía como el Folleto en el que constan los Listados de trabajos de grado referentes a manuales interactivos (Observar Tabla No 1), se utilizarán fuentes de internet para cualquier consulta que proporcione el material necesario para la investigación, además bibliografía básica industrial para facilitar la construcción del manual interactivo.

3.3 Tipos de Investigación

No experimental

Se utilizó este tipo de investigación porque, no hubo que experimentar en ningún momento con algún método de enseñanza-aprendizaje existente en la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA, para determinar las necesidades de uno o varios estudiantes.

3.4 Niveles de Investigación:

Descriptiva

Mediante este tipo de investigación, se utilizó el análisis, de esta manera se logró determinar el objeto de estudio; así como detallar de manera clara las causas y efectos en las que incurre el tener un mejor método de estudio para así afianzar la enseñanza-aprendizaje de los alumnos de la Carrera Mecánica mención Motores, pudiendo así aportar soluciones al ITSA. Esto se pudo determinar realizando visitas a las aulas que dictan clase de los diferentes sistemas que comprende una aeronave de última tecnología.

3.5 Universo, Población y Muestra:

Universo

Se tomó como Universo al personal docente y estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, quienes serán los beneficiarios directos de éste trabajo de investigación.

Población

La población constituyen los docentes del área técnica y estudiantes que cursan de primero a sexto nivel de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores; en razón a que en estos niveles los estudiantes tienen un juicio de valor y crítico frente a la realidad con respecto a los métodos de enseñanza y como se puede mejorar estos.

Muestra

La muestra se determinó en base a la aplicación de la ecuación estadística N° 1 que permitió establecer el tamaño de la muestra en base a la dimensión de la población de estudiantes, reduciendo el error de muestreo a 0,01 de la siguiente manera:

Estudiantes

n = Tamaño de la muestra

m = Tamaño de la población

e = Error máximo admisible (0.01 al 0.05: o sea entre 1% y 5 %).

(Ec.1)

$$n = \frac{m}{e^2(m-1)+1}$$

Datos:

Tamaño real de la población en el ITSA modalidad presencial Carrera Mecánica Motores periodo Septiembre 2010 Febrero del 2011

$$n = \frac{m}{e^2(m-1)+1}$$

$$n = ? \quad n = \frac{280}{0.05^2(280-1)+1} = 164,9 \cong 165$$

$$m = 280$$

$$e = 0.0$$

Docentes y encargados de talleres y laboratorios.

Tabla N° 2. Docentes y encargados

Nº	REFERENTE	CANTIDAD
1	Subdirector de Carrera	1
4	Docentes Técnicos	4
TOTAL		5

La muestra total es la sumatoria de estudiantes y docentes, asciende a 170 personas a investigar.

3.6 Recolección de Datos:

Para la recolección de datos informativos, se utilizó fuentes primarias, es decir de primera mano, con la ayuda de encuestas, mediante cuestionarios y guías de entrevista que se aplicaron al personal vinculado en el estudio y enseñanza de asignaturas técnicas en el área de Mecánica Aeronáutica, poniendo énfasis en los requerimientos. Para validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos se solicitó antes de su aplicación, el criterio juicioso de personas expertas en docencia referente a aeronáutica.

En cuanto al campo bibliográfico – documental, se consultó las regulaciones de la Dirección de Aviación Civil, además de manera bibliográfica se utilizó información magnética referente a los sistemas del avión *Airbus 320*, documentos dedicados al tema y páginas web en Internet

3.7 Procesamiento de la Información:

Una vez recopilada la información, de acuerdo al plan metodológico, se tomó en cuenta los resultados obtenidos a través de la observación y encuestas para posteriormente procesarla en los programas informáticos Microsoft Office Excel 2007, los cuales nos permitieron tabular los datos, además de codificarlos y representarlos gráficamente en diagramas porcentuales; y estos nos ayudaron a analizar e interpretar de mejor manera la información obtenida. Así se obtuvo el respaldo para el presente trabajo investigativo de las necesidades que tiene la carrera de mecánica mención motores del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de contar con material didáctico moderno para una mejor comprensión de los alumnos así como de esto un avance al desarrollo tecnológico.

3.8 Análisis e Interpretación de Datos

Análisis e Interpretación de los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los Estudiantes de la Carrera de Mecánica mención Motores del ITSA.

Pregunta N° 1.

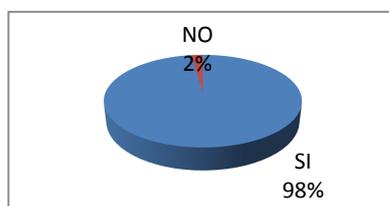
1.-¿Considera que el ITSA posee el material didáctico moderno que permita impartir las diferentes asignaturas a los alumnos de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores?

SI

NO

Tabla N° 3: Análisis de resultados

RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	2	2%
NO	168	98%
TOTAL	170	100%



Fuente: Encuesta realizada a los alumnos de Mecánica Aeronáutica mención Motores.
Elaboración: Sr. Eduardo Germán Castro Sánchez

Análisis: El 98% de los estudiantes encuestados, considera que el ITSA no posee el material didáctico moderno que permita impartir las diferentes asignaturas a los alumnos de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores. El 2% de los estudiantes encuestados opina lo contrario.

Interpretación: En base al resultado obtenido es fácil deducir que el ITSA no posee el material didáctico moderno que permita impartir las diferentes asignaturas a los alumnos de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Pregunta Nº 2.

Señale con una X, la importancia que tiene para usted el material didáctico moderno computarizado.

a) 100% _____

b) 75% _____

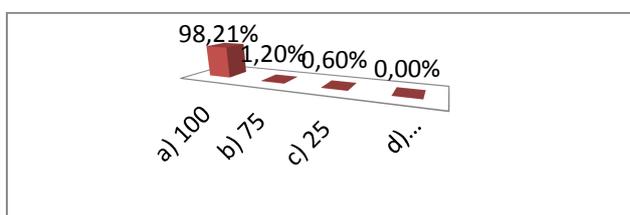
c) 50% _____

d) d) 25% _____

e) Ninguno. _____

Tabla Nº 4: Análisis de resultados

RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
a) 100%	165	98,21%
b) 75%	2	1,2%
c) 50%	1	0,6%
d) 25%	0	0%
e) Ninguno	0	0%
TOTAL	168	100%



Fuente: Encuesta realizada a los alumnos de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Elaboración: Sr. Eduardo Germán Castro Sánchez

Análisis.-

El 0,60% de la población encuestada marca el 50% como el porcentaje de importancia que tiene el material didáctico computarizado.

El 1,20% de la población encuestada marca el 75% como el porcentaje de importancia que tiene el material didáctico computarizado.

El 98,21% de la población encuestada marca el 100% como el porcentaje de importancia que tiene el material didáctico computarizado.

Nota.- ningún encuestado marco el literal **d) ninguno**.

Interpretación.- se considera que de una u otra forma el total del universo de la población encuestada tiene interés y les parece importante el material didáctico computarizado.

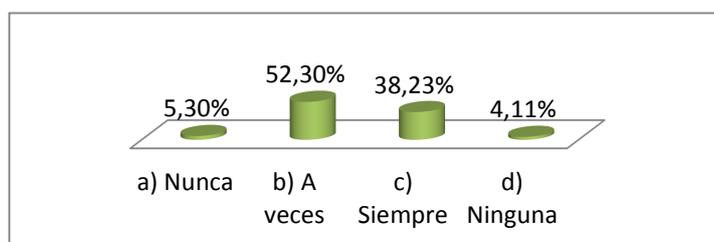
Pregunta N° 3.

¿En sus clases, los programas interactivos, son utilizados en nuestra carrera?

- a) Nunca
- b) A veces
- c) Siempre.
- d) Ninguna de las anteriores.

Tabla No. 5

Pregunta No:3		
a) Nunca	9	5,3%
b) A veces	89	52,3%
c) Siempre	65	38,23%
d) Ninguna de las anteriores	7	4,11%
Total:	Total: 170	Total: 100%



Fuente: Encuesta realizada a los alumnos de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

Elaboración: Sr. Eduardo Germán Castro Sánchez

Análisis.-

- a) el 5,3% del total de la población encuestada a marcado **“Nunca”** son usados los programas interactivos en clase, para prepararnos en nuestra carrera.
- b) el 52,3% del total de la población encuestada a marcado **“A veces”** son usados los programas interactivos en clase, para prepararnos en nuestra carrera.
- c) el 38,23% del total de la población encuestada a marcado **“siempre”** son usados los programas interactivos en clase, para prepararnos en nuestra carrera.
- d) el 4,11% del total de la población encuestada a marcado **“ninguna de las anteriores”** son usados los programas interactivos en clase, para prepararnos en nuestra carrera.

Interpretación.- el 52,23% del total de la población encuestada ha opinado que a veces son usados los programas interactivos en clase; el 43.53% comprendido entre “nunca y a veces” también indican que son usados los programas interactivos en clase, para prepararnos en nuestra carrera.

Pregunta No. 4

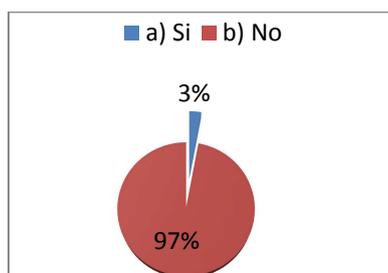
¿Tiene conocimiento si existe material didáctico moderno computarizado el cual contribuya con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Airbus 320?

SI

NO

Tabla No. 5

RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	5	2,94%
NO	165	97,05%
TOTAL	170	100%



Fuente: Encuesta realizada a los alumnos de Mecánica Aeronáutica mención Motores.
Elaboración: Sr. Eduardo Germán Castro Sánchez

Análisis: El 97% de los estudiantes encuestados, no tiene conocimiento si existe material didáctico moderno computarizado el cual contribuya con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Airbus 320. El 3% de los estudiantes encuestados opina lo contrario.

Interpretación: En base al resultado obtenido es fácil deducir que los alumnos no tienen conocimiento si existe material didáctico moderno computarizado el cual contribuya con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Airbus 320.

Pregunta No. 5

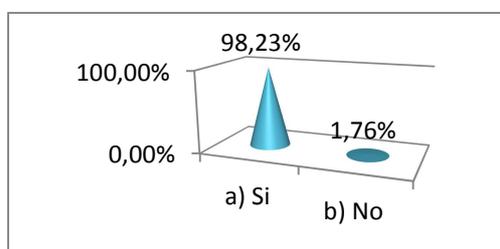
a) ¿Cree usted que la elaboración de manuales interactivos modernos mejoraran la calidad del proceso de inter aprendizaje de los alumnos?

SI

NO

Tabla No. 6

RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
SI	167	98,23%
NO	3	1,76%
TOTAL	170	100%



Fuente: Encuesta realizada a los alumnos de Mecánica Aeronáutica mención Motores.
Elaboración: Sr. Eduardo Germán Castro Sánchez

Análisis: El 98,23% de los estudiantes encuestados, Cree que la elaboración de manuales interactivos modernos mejorara la calidad del proceso de inter aprendizaje de los alumnos. El 1,76% de los estudiantes encuestados opina lo contrario.

Interpretación: En base al resultado obtenido es fácil deducir que la elaboración de manuales interactivos modernos mejorara la calidad del proceso de inter aprendizaje de los alumnos

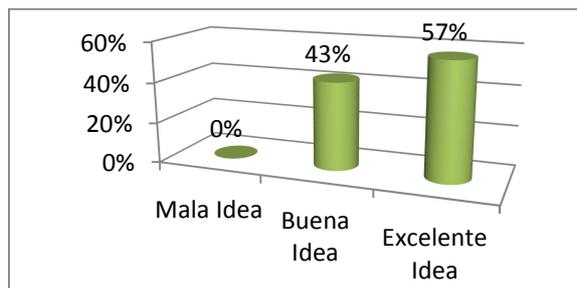
Pregunta No. 6

Los íconos significan:  Mala Idea;  Buena idea;  Excelente idea; ponga un visto según considere. ¿Considera necesario la elaboración de manuales interactivos modernos los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Airbus 320?

- a)  b)  c) 

Tabla No. 7

Pregunta N.-6		
 Mala Idea	0	0%
 Buena idea	73	43%
 Excelente idea	97	57%
	Total : 170	Total : 100%



Fuente: Encuesta realizada a los alumnos de Mecánica Aeronáutica mención Motores.
Elaboración: Sr. Eduardo Germán Castro Sánchez

Análisis.-



El 43% del total de la población considera que es buena idea la elaboración de manuales interactivos modernos los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Airbus 320.



El 57% del total de la población considera una excelente idea la elaboración de manuales interactivos modernos los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Airbus 320.

Interpretación.- Es fácil identificar que el 100% del total de la población considera que es buena y excelente idea la elaboración de manuales interactivos modernos los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Airbus 320.

3.9. Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones:

- Basados en las encuestas realizadas a docentes y alumnos se pudo interpretar que se debe mejorar el conocimiento teórico-práctico de los alumnos del ITSA en la carrera de Mecánica- Motores, mediante modernos métodos de enseñanza.
- El material didáctico computarizado interactivo es un medio para prepararnos en aviación como técnicos competitivos y modernos.
- La aplicación de tecnología interactiva es de gran importancia aplicarla en clase.
- Debe modernizarse las técnicas actuales de aprendizaje.

Recomendaciones:

- Se recomienda a los docentes hacer uso del material interactivo existente en la biblioteca del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA).
- Para una mejor comprensión de los diferentes sistemas que comprende una aeronave se recomienda utilizar tecnología interactiva, en clase.
- Se recomienda a los facilitadores y alumnos que hagan uso del material interactivo existente en el archivo de proyectos de grado del ITSA para su auto aprendizaje, con el fin de fortalecer sus conocimientos de la aviación comercial competitiva.
- Con el desarrollo tecnológico de la aviación comercial hace de que los técnicos se mantengan capacitados y entrenados en los diferentes sistemas que comprende un avión comercial por ende, se recomienda la elaboración de materiales interactivos los cuales son medios de adiestramiento desarrollados y modernos en aviones comerciales tales como:

EMBRAER 170, 175, 190, 195

BOEING 777

AIRBUS A320

4. FACTIBILIDAD DEL TEMA:

4.1 Técnica

Fue de vital importancia crear una estructura científica de investigación para develar el pensamiento y situación actual del alumno-profesor al recibir e impartir clases respectivamente, por medio de sistemas interactivos, lo cual se definió mediante encuestas dirigidas de campo, investigación documental bibliográfica y exploratoria descriptiva en la carrera de Mecánica mención Motores del ITSA.

AL PRESENTE	PROPUESTA
Los alumnos presentan duda de los sistemas que comprende un avión moderno.	Afianzar los conocimientos en los alumnos.
No se cuenta con un material interactivo del sistema de combustible del avión Airbus 320.	Elaborar un manual interactivo del sistema de combustible del avión Airbus 320 con funcionamiento en todos sus paneles de control.

El presente proyecto investigativo, proporcionó como resultados que es factible técnicamente la elaboración del manual interactivo moderno de ayuda didáctica que simule la operación del Sistema de Combustible del Avión Airbus 320.

4.2 Legal

El marco legal que se ha aplicado para este trabajo son las Regulaciones Aeronáuticas de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

Específicamente la RDAC 147 que trata sobre Escuelas de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico, y la sub parte B referente a requerimientos de Certificación.

4.3 Operacional

A la culminación de la presente ayuda didáctica se pretende dar la facilidad operacional de todo el manual interactivo moderno del Sistema de Combustible del Avión Airbus 320, con el fin de fomentar el auto aprendizaje en los

estudiantes, personas que estén interesadas o quieran conocer de la aviación moderna. Por lo cual este material didáctico estará documentado en un CD.

4.4 Económico Financiero

Recurso Material

Tabla No. 13: Costo Primario

Nº	MATERIAL	COSTO
1	Materiales:	450 USD
2	Diseño y Estructuración (Mano de obra)	350USD
TOTAL		800 USD

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Sr. Eduardo Castro

Tabla No.14: Costos Secundarios.

Nº	MATERIAL	COSTO
1	Pago aranceles Derechos de Grado	120 USD
2	Impresiones	25 USD
3	Internet	10 USD
4	Anillados y empastados	60 USD
5	Transporte y varios	120 USD
TOTAL		320 USD

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Sr. Eduardo Castro

Presupuestó

Tabla N°15: Costos Primarios.

Nº	MATERIALES	COSTO
1	Imágenes Dinámicas	110 USD
2	Sonido de Vanguardia	110 USD
3	Juego de Colores Óptimos	110 USD
4	Programación del Sitio Multimedia	120 USD
TOTAL		450 USD

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Sr. Eduardo Castro

Tabla N° 16: Costos Secundarios.

N°	MATERIAL	COSTO
1	Pago aranceles Derechos de Grado	120 USD
2	Impresiones	25 USD
	Internet	10 USD
3	Anillados y empastados	60 USD
4	Transporte y varios	120 USD
TOTAL		320 USD

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Sr. Eduardo Castro

5. DENUNCIA DEL TEMA

“Elaboración de un manual interactivo que simule el sistema de combustible del avión Airbus A-320“

Cronograma.

N°	ACTIVIDADES	DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Formulación de Ideas	X																				
2	Recopilación de Datos	X	X	X																		
3	Elaboración del Anteproyecto		X	X																		
4	Presentación del Anteproyecto			X	X																	
5	Aprobación del Anteproyecto				X	X																
6	Desarrollo del Tema						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
7	Desarrollo de la Propuesta por carreras. Informe escrito. (Petición de Prorroga)													X	X	X	X					
8	Desarrollo del Informe Final Trabajo de graduación.															X	X	X	X			
9	Pre defensa del Trabajo de Graduación.																				X	
10	Defensa del trabajo de graduación																					X

Sr. Eduardo Castro
Investigador

GLOSARIO

A

Aprendizaje.- Adquisición de una nueva conducta en un individuo a consecuencia de su interacción con el medio externo.

Animación.- Conjunto de acciones destinadas a impulsar la participación de las personas en una determinada actividad, y especialmente en el desarrollo sociocultural del grupo de que forman parte.

B

Beneficiarios.- Dicho de una persona: Que resulta favorecida por algo.

C

Conocimiento.- Entendimiento, inteligencia, razón natural.

Contabilizar.- Apuntar una partida o cantidad en los libros de cuentas.

D

Didáctico.- Perteneiente o relativo a la enseñanza.

Develar.- Quitar o descorrer el velo que cubre algo.

E

Enseñanza.- Acción y efecto de enseñar. Sistema y método de dar instrucción. Conjunto de conocimientos, principios, ideas, etc., que se enseñan a alguien.

F

Fundamentaciones.- Que sirve de fundamento o es lo principal en algo.

H

Habilitado.- persona natural o jurídico que se encuentra legalmente permitido a realizar un trabajo.

I

Interactivo.- Que procede por interacción. Dicho de un programa: Que permite una interacción, a modo de diálogo, entre el ordenador y el usuario.

M

Mantenimiento.- Efecto de mantener o mantenerse. Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente

Metalurgia.- Arte de beneficiar los minerales y de extraer los metales que contienen, para ponerlos en disposición de ser elaborados. Ciencia y técnica que trata de los metales y de sus aleaciones.

Método.- Modo de decir o hacer con orden. Modo de obrar o proceder, hábito o costumbre que cada uno tiene y observa. Obra que enseña los elementos de una ciencia o arte. Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

N

Nuevo.- Recién hecho o fabricado. Que se ve o se oye por primera vez. Repetido o reiterado para renovarlo. Distinto o diferente de lo que antes había o se tenía aprendido.

P

Programa.- Conjunto unitario de instrucciones que permite a un ordenador realizar funciones diversas, como el tratamiento de textos, el diseño de gráficos, la resolución de problemas matemáticos, el manejo de bancos de datos, etc.

Primigenio.- Primitivo, originario.

T

Teórico.- Perteneciente o relativo a la teoría. Que conoce las cosas o las considera tan solo especulativamente

ABREVIATURAS Y SIGLAS

Tcrn. – Teniente Coronel

E.M.T. – Estado Mayor

Avc.- Aviación

ATA.- Air Transportation Association (Asociación de Transportación Aérea)

RDAC.- Regulaciones de la Dirección de Aviación Civil

BIBLIOGRAFÍA

- Microsoft ® Encarta ® 2008. © 1993-2007 Microsoft Corporation.
- Mena, F. (2001). Educación Tecnológica. Santiago de Chile. Centro Educacional de Alta Tecnología.
- Lacueva, A. (2000). Ciencia y Tecnología en la escuela. Madrid. (España). Editorial Popular.
- Recopilación de Derecho Aeronáutico. (RGDAC).

ANEXO “A1”

Entrevista

INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO

ENCUESTA PARA DOCENTES y ALUMNOS DEL ITSA MECANICA - MOTORES

✓ **Objetivo:**

Hola, me llamo Eduardo y soy estudiante del ITSA. Esta encuesta tiene como meta conocer, lo necesario de implantar nuevas herramientas especiales, que faciliten el proceso de prácticas en los motores del Laboratorio de Mecánica Aeronáutica mención Motores.

✓ **Indicaciones:** Lea detenidamente las preguntas y luego conteste cada una de ellas en forma honesta, ya que es de valiosa importancia la información requerida, marque según corresponda:

1.- ¿Considera que el ITSA posee el material didáctico moderno que permita impartir las diferentes asignaturas a los alumnos de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores?

SI NO

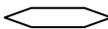
2.- Señale con una X, la importancia que tiene para usted el material didáctico moderno computarizado.

a) 100% _____ b) 75% _____ c) 50% _____ d) 25% _____ e) Ninguno. _____

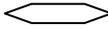
Si su respuesta es j) indique el porqué.-.....

3.- ¿En sus clases, los programas interactivos, son utilizados en nuestra carrera?

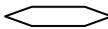
a) Nunca



b) A veces



c) Siempre.



d) Ninguna de las anteriores.



4. ¿Tiene conocimiento si existe material didáctico moderno computarizado el cual contribuya con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Airbus 320?

SI NO

5 ¿Cree usted que la elaboración de manuales interactivos modernos mejoraran la calidad del proceso de inter aprendizaje de los alumnos?

SI NO

6.- Los íconos significan:  Mala Idea;  Buena idea;  Excelente idea; ponga un visto según considere. ¿Considera necesario la elaboración de manuales interactivos modernos los cuales contribuyan con la instrucción de los sistemas que operan en los aviones Airbus 320?

a) 

b) 

c) 