

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA.

**CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE
COMBUSTIBLE DEL AVIÓN MIRAGE F-1.**

POR

ALVAREZ FABARA ALEX XAVIER.

Proyecto de Grado como requisito para la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

2004

CERTIFICACIÓN.

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Alvarez Fabara Alex Xavier como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

Ing. Trujillo Guillermo.

Director del Proyecto de Grado.

Latacunga, Mayo del 2004

DEDICATORIA

Un proyecto demanda mucho esfuerzo y perseverancia, por lo cual dedico este trabajo a mis Padres, hermanos y mi familia que con amor, sacrificio y confianza supieron brindarme su apoyo moral y material para seguir adelante y continuar en esta lucha que consiste en la adquisición de conocimientos y culminar una Carrera.

Alvarez Fabara Alex Xavier.

AGRADECIMIENTO

Deseo dar mis más sinceros agradecimientos a Dios, a mis Padres, a mis hermanos porque supieron apoyarme en las buenas y en las malas sin escatimar esfuerzos y quienes me guiaron para ser de mí un hombre de bien.

También al I.T.S.A., a mis profesores y mi Director de Proyecto el Sr. Ing. Trujillo Guillermo por haberme dotado de sus conocimientos y las herramientas necesarias para la terminación de este proyecto de Grado.

Alvarez Fabara Alex Xavier.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Definición del Problema.....	3
Objetivos.....	3
Justificación y Alcance.....	4

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I.

1.1 Generalidades.....	6
1.1.1 Capacidad de Combustible.....	9
1.2 Depósitos.....	11
1.2.1 Depósitos de Fuselaje.....	11
1.2.2 Depósitos de Alas.....	19
1.2.3 Depósito Pendular.....	21
1.3 Diferentes Equipos del Circuito de Combustible.....	22
1.3.1 Válvula de Llenado.....	22
1.3.1.1 Objetivos.....	22
1.3.1.2 Descripción.....	22
1.3.2 Válvula de Transferencia.....	23
1.3.2.1 Objetivos.....	23
1.3.2.2 Descripción.....	23
1.3.3 Válvula Stop-Air.....	24
1.3.3.1 Objetivos.....	24

1.3.3.2 Descripción.....	24
1.3.4 Bomba de Baja Presión.....	25
1.3.4.1 Objetivos.....	25
1.3.4.2 Descripción.....	25
1.3.5 Bomba de Arranque.....	26
1.3.6 Distribuidor de Embolo.....	27
1.3.6.1 Objetivo.....	27
1.3.6.2 Descripción.....	27
1.3.6.3 Funcionamiento.....	28
1.3.7 Acumulador de Vuelo Invertido.....	30
1.3.7.1 Objetivo.....	30
1.3.7.2 Descripción.....	30
1.3.7.3 Funcionamiento.....	30
1.3.7.4 Llenado del Acumulador en Tierra.....	32
1.3.7.4.1 Accesorios.....	32
1.3.8 Regulador.....	32
1.3.8.1 Objetivos.....	32
1.3.8.2 Descripción.....	32
1.3.8.3 Funcionamiento.....	33
1.3.9 Válvulas de Sobrepresión.....	35
1.3.10 Válvulas de Depresión.....	36
1.3.11 Válvulas de Protección.....	37
1.4 Circuito de Llenado.....	37
1.4.1 Generalidades.....	37
1.4.2 Descripción del Circuito de Llenado.....	38

1.4.3 Llenado del Acumulador de Vuelo Invertido.....	39
1.4.4 Llenado de los Depósitos de Combustible y las Nodrizas Bajo Presión.....	40
1.4.5 Complemento de Llenado de los Depósitos.....	41
1.4.6 Llenado de los Depósitos por Gravedad.....	42
1.5 Transferencia del Combustible.....	44
1.5.1 Generalidades.....	44
1.5.2 Nodrizas Delanteras.....	45
1.5.3 Nodrizas Posteriores.....	45
1.5.4 Orden de Transferencia.....	46
1.5.4.1 Orden de Transferencia Avión Liso.....	47
1.5.4.2 Orden de Transferencia Avión con Pendulares Bajo Alas.....	47
1.5.5 Circuito de Transferencia de las Alas.....	47
1.5.6 Circuito de Transferencia de los Pendulares.....	48
1.5.7 Circuito de Transferencia del Depósito Central Delantero.....	48
1.5.8 Circuito de Transferencia de los Depósitos Laterales Delanteros.....	49
1.5.9 Circuito de Transferencia de los Depósitos Posteriores.....	49
1.5.10 Funcionamiento del Circuito de Transferencia.....	49
1.5.10.1 Transferencia Pendular Alas.....	50
1.5.10.1.1 Transferencia de los Pendulares.....	50
1.5.10.1.2 Transferencia de las Alas.....	50
1.5.10.2 Transferencia de los Depósitos del Fuselaje.....	51
1.5.11 Transferencia de Emergencia.....	52
1.6 Presurización.....	56
1.6.1 Generalidades.....	56
1.6.2 Circuito de Presurización.....	57

1.6.2.1 Presurización del Acumulador de Vuelo Invertido y de los Depósitos Pendulares.....	58
1.6.2.2 Presurización de los Depósitos de Fuselaje y Alas.....	58
1.6.2.3 Presurización de las Nodrizas.....	59
1.7 Alimentación Reactor.....	62
1.7.1 Vuelo Normal.....	62
1.7.1.1 Control de la Presión de las Bombas de Baja Presión.....	63
1.7.2 Arranque.....	63
1.7.3 Vuelo a “G” Negativo.....	63

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

CAPÍTULO II

2.1 Identificación de Alternativas.....	65
2.2 Estudio Técnico.....	66
2.2.1 Primera Alternativa.....	66
2.2.2 Segunda Alternativa.....	67
2.3 Estudio de Factibilidad.....	68
2.3.1 Primera Alternativa.....	68
2.3.2 Segunda Alternativa.....	69
2.4 Parámetros de Evaluación.....	70
2.5 Selección de la Mejor Alternativa.....	74
2.6 Determinación de Requerimientos Técnicos.....	74

CONSTRUCCIÓN

CAPÍTULO III

3.1 Tablero de Madera.....	76
3.2 Acrílico de 4 mm.....	77
3.3 Plano en Borrador.....	77
3.4 Lámpara Indicadora.....	78
3.5 Cable # 20 Gemelo Flexible.....	79
3.6 Canaletas.....	80
3.7 Tableros Serigrafiados.....	80
3.8 Interruptores.....	81
3.9 Mica de 4 mm.....	82
3.10 Plano Principal.....	82
3.11 Placas para las Secuencias del Combustible.....	83
3.12 Borneras.....	94

ELABORACIÓN DE MANUALES

CAPÍTULO IV

4.1 Descripción de Manuales.....	96
4.2 Tipos de Manuales.....	96
4.3 Manual de Operación.....	97
4.4 Manual de Mantenimiento.....	99
4.4 Pruebas de Funcionamiento.....	100

ESTUDIO ECONÓMICO

CAPÍTULO V

5.1 Presupuesto.....	101
5.2 Análisis Económico.....	101

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO VI

6.1 Conclusiones.....	104
6.2 Recomendaciones.....	104

BIBLIOGRAFÍA

GLOSARIO

PLANOS: PLANO GENERAL

ANEXOS

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Dassault Mirage F-1.....	2
Figura 1.1 Ubicación de los Reservorios en el Avión.....	8
Figura 1.2 Capacidad de Combustible.....	10
Figura 1.3 Ubicación de los Depósitos del Fuselaje Grupo Delantero.....	12
Figura 1.4 Reservorio del Fuselaje Grupo Delantero.....	13
Figura 1.5 Ubicación de los Depósitos del Fuselaje Grupo Central (Nodrizas).....	15
Figura 1.6 Reservorio del Fuselaje (Nodrizas).....	16
Figura 1.7 Ubicación de los Depósitos del Fuselaje Grupo Posterior.....	17
Figura 1.8 Reservorio del Fuselaje Grupo Posterior.....	18
Figura 1.9 Ubicación de los Depósitos del Ala.....	19
Figura 1.10 Reservorio del Ala.....	20
Figura 1.11 Reservorio Pendular.....	21
Figura 1.12 Válvula de Llenado.....	23
Figura 1.13 Válvula de Transferencia.....	24
Figura 1.14 Válvula Stop-Air.....	25
Figura 1.15 Bomba de Baja Presión.....	26
Figura 1.16 Distribuidor de émbolo.....	28
Figura 1.17 Distribuidor de émbolo (Configuración Avión Liso).....	29
Figura 1.18 Distribuidor de émbolo (Configuración Avión con Cargas Pendulares).....	29
Figura 1.19 Acumulador de Vuelo Invertido.....	31
Figura 1.20 Regulador.....	35
Figura 1.21 Válvula de Sobrepresión.....	36
Figura 1.22 Toma de Llenado.....	38

Figura 1.23 Tablero de Llenado.....	41
Figura 1.24 Llenado del Grupo Delantero.....	42
Figura 1.25 Llenado de las Nodrizas y el Grupo Posterior.....	43
Figura 1.26 (A) Transferencia y Llenado de Combustible.....	53
Figura 1.26 (B) Transferencia y Llenado de Combustible.....	54
Figura 1.27 (A) Circuito de Presurización.....	60
Figura 1.27 (B) Circuito de Presurización.....	61
Figura 1.28 Circuito Acumulador de Vuelo Invertido.....	64
Figura 2.1 Maqueta construida a base de elementos reales.....	67
Figura 2.1 Maqueta construida a base de elementos reales.....	68
Figura 3.1 Maqueta del Sistema.....	75
Figura 3.2 Tablero de Madera.....	76
Figura 3.3 Acrílico de 4 mm.....	77
Figura 3.4 Plano en Borrador.....	78
Figura 3.5 Lámparas Indicadoras.....	79
Figura 3.6 Lámparas Indicadoras Con Leds.....	79
Figura 3.7 Cable # 20 Gemelo Flexible.....	80
Figura 3.8 Canaletas.....	80
Figura 3.9 Tableros Serigrafiados.....	81
Figura 3.10 Interruptores.....	81
Figura 3.11 Mica de 4 mm.....	82
Figura 3.12 Plano Principal.....	83
Figura 3.13 Resistencias.....	83
Figura 3.14 Condensadores.....	84
Figura 3.15 Transistores.....	84

Figura 3.16 Relés.....	85
Figura 3.17 Circuitos Integrados.....	85
Figura 3.18 Circuito Integrado 555.....	85
Figura 3.19 Circuito Integrado 4017.....	85
Figura 3.20 Conectores.....	86
Figura 3.21 Diodos.....	86
Figura 3.22 Placa de la Alimentación de la Bomba de Arranque.....	87
Figura 3.23 Placa de la Alimentación de las Bombas de Baja Presión.....	87
Figura 3.24 Placa de los Tanques Exteriores Laterales.....	88
Figura 3.25 Placa del Tanque Exterior Central.....	89
Figura 3.26 Placa de los Tanques de las Alas.....	89
Figura 3.27 Placa de la Mitad de los Tanques Posteriores.....	90
Figura 3.28 Placa del Tanque Delantero Central.....	91
Figura 3.29 Placa del Complemento de los Tanques Posteriores.....	91
Figura 3.30 Placa de los Tanques Delanteros Laterales.....	92
Figura 3.31 Placa de Interfase.....	92
Figura 3.32 Placas del Sistema de llenado.....	93
Figura 3.33 Borneras.....	94

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.1 Distribución del Combustible en el Avión Mirage F-1.....	9
Tabla 2.1: Matriz de Evaluación.....	73
Tabla 2.2: Matriz de Decisión.....	73
Tabla 5.1: Lista de materiales del proyecto.....	102
Tabla 5.2: Mano de Obra.....	102
Tabla 5.3: Costo de Otros Gastos.....	103
Tabla 5.4: Costo Total del Proyecto.....	103

RESUMEN

Este Proyecto de Grado surge, de la necesidad de construir una maqueta del funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del avión Mirage F-1 para la Carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Una maqueta de este tipo le hace mucha falta al ITSA, ya que podrá resolver los problemas de práctica y enseñanza para el personal de alumnos de nuestro Instituto.

Luego de hacer un análisis de posibles alternativas de construcción, se decidió construir una maqueta de secuencialización electrónica que simule el funcionamiento de la transferencia de combustible y llenado del mismo en el avión Mirage F-1.

Este documento junto con la maqueta del funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del avión Mirage F-1 proporcionará a los señores instructores académicos y a los alumnos de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, plasmar sus conocimientos teóricos que los instructores académicos impartan en clases, y luego llevarlos a la práctica en la maqueta.

INTRODUCCIÓN

Reseña Histórica Del Avión Mirage F-1 En El Ecuador

El avión Mirage F-1 es de origen Francés, comienza su historia en la Fuerza Aérea Ecuatoriana en 1978, el Consejo Supremo de Gobierno optó por adquirir una flota de aeronaves que cumpla con el rol de interceptor, encontrando en el Dassault Breguet Mirage F-1 el caza interceptor de primera línea probado en combate, pieza vital para la defensa del espacio aéreo.

El 13 de febrero, la fábrica Marcel Dassault entregó los cuatro primeros F-1 con el tricolor nacional pintado en su cola.

En mayo de 1979, llegaron las aeronaves para ser ensambladas, y el 26 de junio irrumpe por primera vez en el cielo ecuatoriano un Mirage F-1. Dos días después, teniendo como escenario la Base Aérea de Taura, el Escuadrón entra oficialmente en las operaciones de vuelo.



Figura 1 Dassault Mirage F-1

Características Generales Del Avión Mirage F-1

CARACTERÍSTICAS GENERALES	MIRAGE F-1
ORIGEN	Francia
LONGITUD	15,3 m
ALTURA	4,5 m
ENVERGADURA	8,4 m
SUPERFICIE ALAR	25 m ²
PESO	7.400 Kg.
PESO MÁXIMO	16.200 Kg.
VELOCIDAD MAX. ALTA COTA	MACH 2,2
VELOCIDAD MAX. BAJA COTA	MACH 1,2
TECHO	20.000 m
DISTANCIA DESPEGUE	600 m
DISTANCIA ATERRIZAJE	670 m
MOTOR	SNECMA ATar 9K-50 turbojet
PRIMER VUELO	23 Diciembre 1.966

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En vista de la necesidad de una parte práctica y medios didácticos que faciliten el aprendizaje de la materia de Sistemas de Combustible, es necesario realizar un proyecto en el cual se cuente con este material didáctico para la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

OBJETIVOS

Objetivo General

Construir una maqueta didáctica del funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del avión Mirage F-1.

Objetivos Específicos

- Obtener información teórica acerca del sistema de alimentación de combustible del avión Mirage F-1.

- Aplicar conocimientos prácticos en la realización de este proyecto.
- Plantear alternativas de cómo construir este proyecto y escoger la mejor alternativa.
- Construir la maqueta didáctica.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema.
- Instruir al personal de instructores académicos de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del funcionamiento del material didáctico del sistema de alimentación de combustible del avión Mirage F-1 para que les facilite impartir sus conocimientos.

JUSTIFICACIÓN

Debido a la falta de material didáctico para la enseñanza del personal de instructores académicos y aprendizaje de los alumnos en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico que forma profesionales en el campo Aeronáutico es necesario construir este proyecto el cual incrementará y facilitará el proceso de enseñanza, aprendizaje del funcionamiento del sistema de combustible del avión Mirage F-1.

ALCANCE

Este proyecto esta dirigido a instructores académicos y a los alumnos de la Carrera de Mecánica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico para mejorar y facilitar el aprendizaje del funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del avión

Mirage F-1, esta maqueta debe ser didáctica para que brinde al estudiante la capacidad de captar la información que transmite la maqueta.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO.

1.1 GENERALIDADES

El avión Mirage F-1 es de origen Francés y utiliza combustible JP-1, el combustible está contenido dentro de depósitos internos y dentro de depósito suplementarios estructurales, el cual puede llevar hasta 1135 gls. de combustible cuando es avión liso y cuando está con los depósitos exteriores lleva 2035 gls. de combustible.

La mayor parte de las tuberías y equipos están situados en el interior de los depósitos lo que limita los riesgos en caso de fuga.

El llenado del avión se efectúa en tierra bajo presión, y por gravedad, en el cual se llenan todos los depósitos excepto los reservorios de las alas.

La transferencia de combustible de los diferentes depósitos del avión sean estos internos y externos son transferidos por presión de aire dentro de las nodrizas, esta transferencia de combustible es automática.

El sistema de combustible del avión Mirage F-1 se compone esencialmente de los siguientes componentes.

Depósitos.- Cuyo propósito es almacenar el combustible.

Válvulas.- Permite cierre o el paso del combustible de los diferentes depósitos hacia las nodrizas y controla el flujo de combustible que las nodrizas necesiten.

Filtros.- Retienen todas las impurezas que contiene el combustible.

Cañerías O Mangueras.- Facilitan la transportación del combustible a los diferentes componentes del sistema de combustible.

Acumulador De Vuelo Invertido.- Asegura la alimentación del reactor en el curso de un vuelo invertido.

Regulador.- Ajusta la presurización de los diferentes depósitos y del acumulador de vuelo invertido.

Bombas.- Se encarga del bombeo de combustible de las nodrizas hacia el motor.

Distribuidor A Embolo.- Obtienen dos órdenes de transferencia, según se encuentre en avión liso o equipado con los depósitos exteriores bajo las alas.

La instalación combustible esta constituida de dos conjuntos:

Un conjunto izquierdo y un conjunto derecho, reunidos en una intercomunicación, cuya abertura no es puesta en funcionamiento más que en ciertas circunstancias.

La mayor parte de las tuberías y equipos están situados en el interior de los depósitos lo que limita los riesgos en caso de fuga.

Un circuito de presurización evita la ebullición del combustible en altitud y asegura la transferencia automática del combustible de los diferentes depósitos hacia las nodrizas.

La alimentación al reactor es asegurada:

- En el arranque por una bomba de arranque figura 1.26.

- En vuelo normal por dos bombas de baja presión.

En el vuelo a “g” negativo o el vuelo invertido, la alimentación de combustible hacia el reactor es por un acumulador (situado dentro del deposito central delantero). El llenado de las instalaciones se efectúa bajo presión.

Eventualmente un llenado por gravedad puede ser practicado (todos los depósitos excepto las alas).

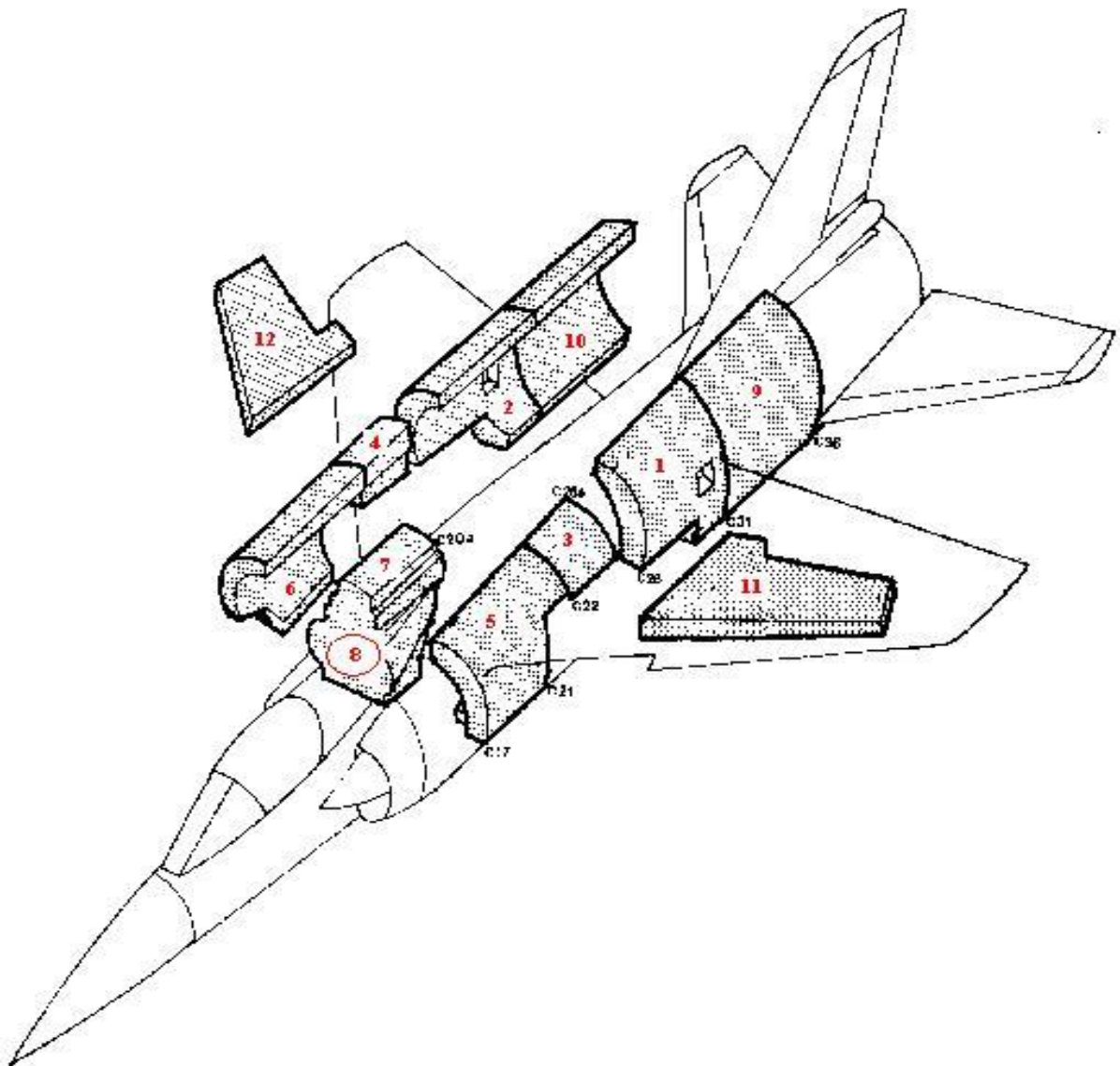


Figura 1.1 Ubicación de los Reservorios en el Avión

Ubicación de los reservorios en el avión.

- 1.- Nodriza posterior izquierda.
- 2.- Nodriza posterior derecha.
- 3.- Nodriza delantera izquierda.
- 4.- Nodriza delantera derecha.
- 5.- Reservorio lateral delantero izquierdo.
- 6.- Reservorio lateral delantero derecho.
- 7.- Reservorio central delantero.
- 8.- Acumulador de vuelo invertido.
- 9.- Reservorio posterior izquierdo.
- 10.- Reservorio posterior derecho.
- 11.- Reservorio ala izquierda.
- 12.- Reservorio ala derecha.

1.1.1 Capacidad de Combustible

Tabla 1.1 Distribución del Combustible en el Avión Mirage F-1

Nodrizas	Fuselaje Delantero	Acumulador	Alas	Fuselaje Posterior	Total
281 GLS	442 GLS	16 GLS	100 GLS	296 GLS	1135 GLS

Con un depósito pendular ventral (1135 GLS + 300 GLS = 1435 GLS).

Con dos depósitos pendular de alas (dos tanques auxiliares debajo de cada ala).

$$1135 \text{ GLS} + 2 * 300 \text{ GLS} = 600 \text{ GLS} + 1135 \text{ GLS} = 1735 \text{ GLS}.$$

Con un depósito pendular ventral + dos depósitos pendulares alas = 1135 GLS + 900 GLS = 2035 GLS.

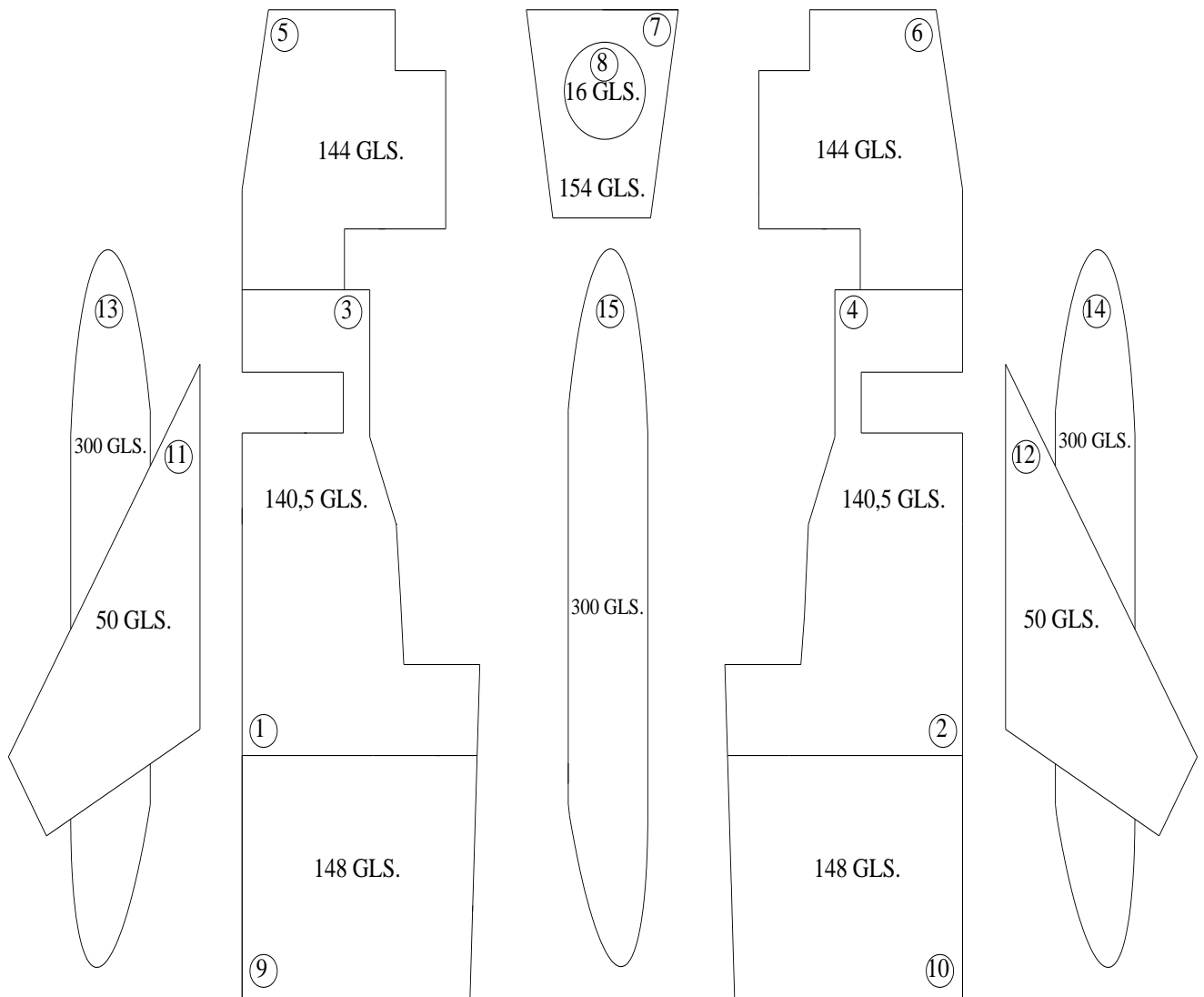


Figura 1.2 Capacidad de Combustible

1.2 DEPÓSITOS

El combustible está repartido dentro del fuselaje entre los mamparos 17 y 36, así como dentro de los cajones de alas. Todos los depósitos del fuselaje y de las alas son estructurales.

1.2.1 DEPÓSITOS DE FUSELAJE

Se tiene un conjunto derecho y un conjunto izquierdo, distribuida lo largo del fuselaje en tres grupos:

- a) Un grupo delantero.
- b) Un grupo central, formando nodrizas.
- c) Un grupo posterior.

a) **Grupo Delantero.**- Ubicados desde el mamparo 17 al mamparo 22, comprende tres depósitos:

- **Dos Depósitos Laterales.**- Son simétricos rodeando las tomas de admisión de aire, del mamparo 17 al mamparo 22 y posee un descolgamiento hacia atrás.

Dentro de estos depósitos se encuentra:

- Una válvula stop-air por depósito.
- Un manocontactador fin de transferencia por depósito.

- **Un depósito central.**- Situado entre las dos tomas de aire. Dentro de éste depósito está alojado un acumulador de vuelo invertido de envoltura metálica exterior y una membrana interna flexible.

Dentro de éste depósito se encuentran:

- Una válvula de llenado.
- Dos válvulas stop-air.
- Un manocontactor fin de transferencia por depósito.

El siguiente gráfico indica donde están ubicados en el avión los depósitos laterales y el depósito central del grupo delantero.

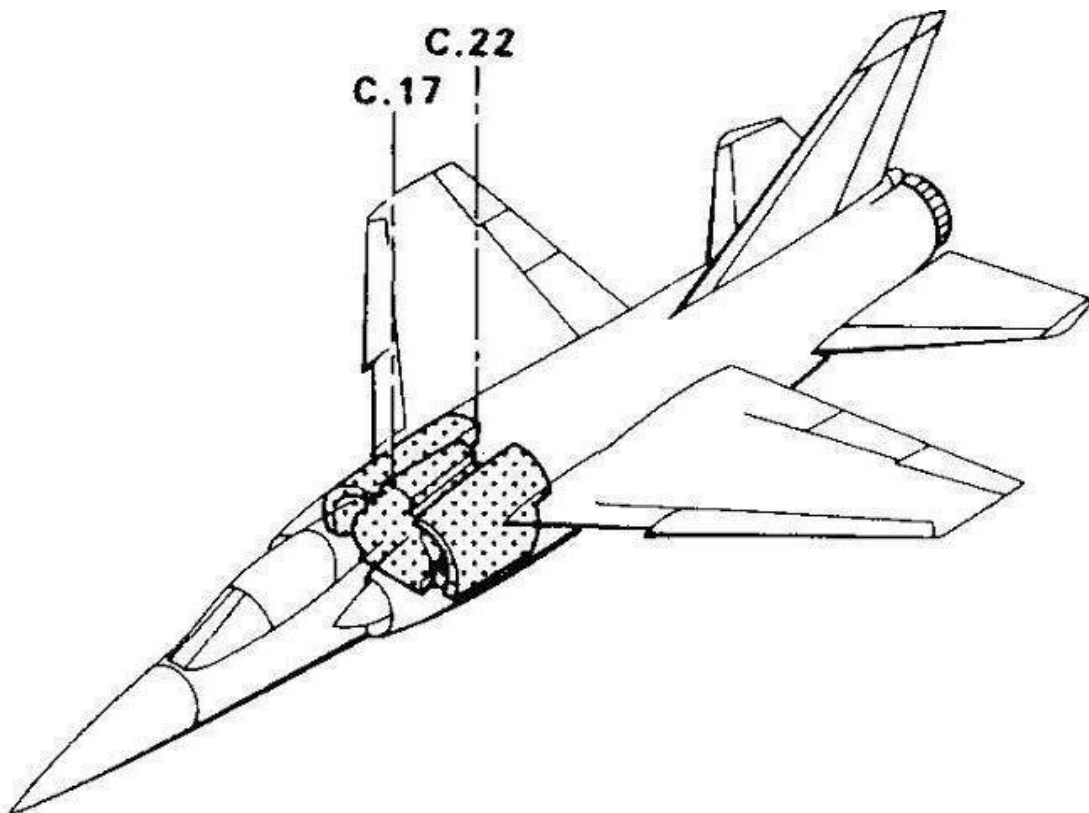


Figura 1.3 Ubicación de los Depósitos del Fuselaje Grupo Delantero

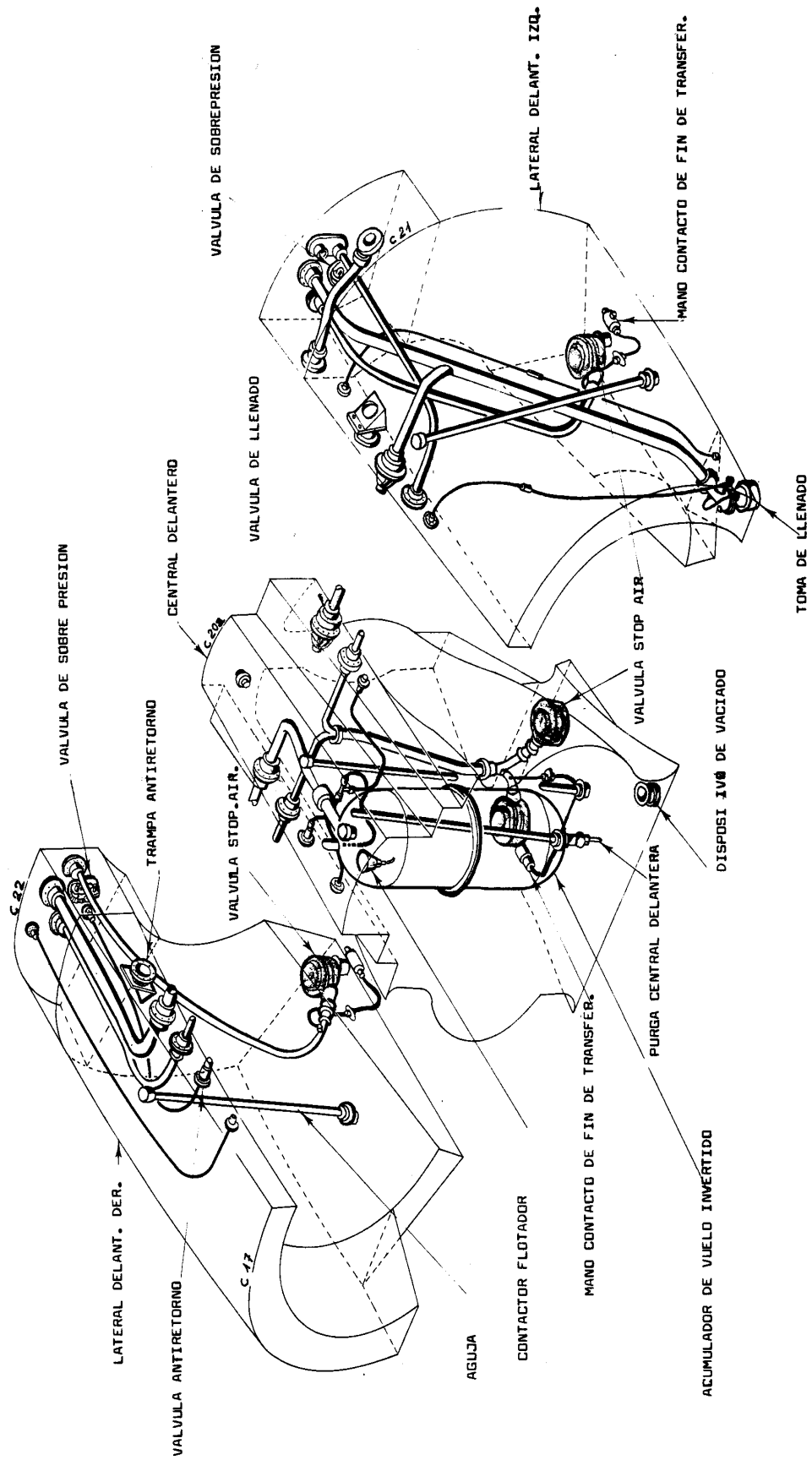


Figura 1.4 Reservorio del Fuselaje Grupo Delantero

b) Grupo Central (Nodrizas).- Cada conjunto (izquierdo y derecho) comprende:

Un primer depósito, entre los mamparos 22 y 25a situado encima de las ruedas del tren principal.

Dentro de estos depósitos se encuentran:

- Dos válvulas de transferencia.

- Un segundo depósito, en intercomunicación permanente con el primero, rodeando la cámara reactor, situado encima del compartimiento del tren principal, entre los mamparos 26 y 31.

Dentro de éste depósito se encuentran:

- Dos válvulas de transferencia.
- Cinco flotadores.
- Un distribuidor a émbolo.
- Una bomba de baja presión.
- Una bomba de arranque (depósito derecho).

El siguiente gráfico indica donde están ubicados en el avión los depósitos de las nodrizas del grupo central.

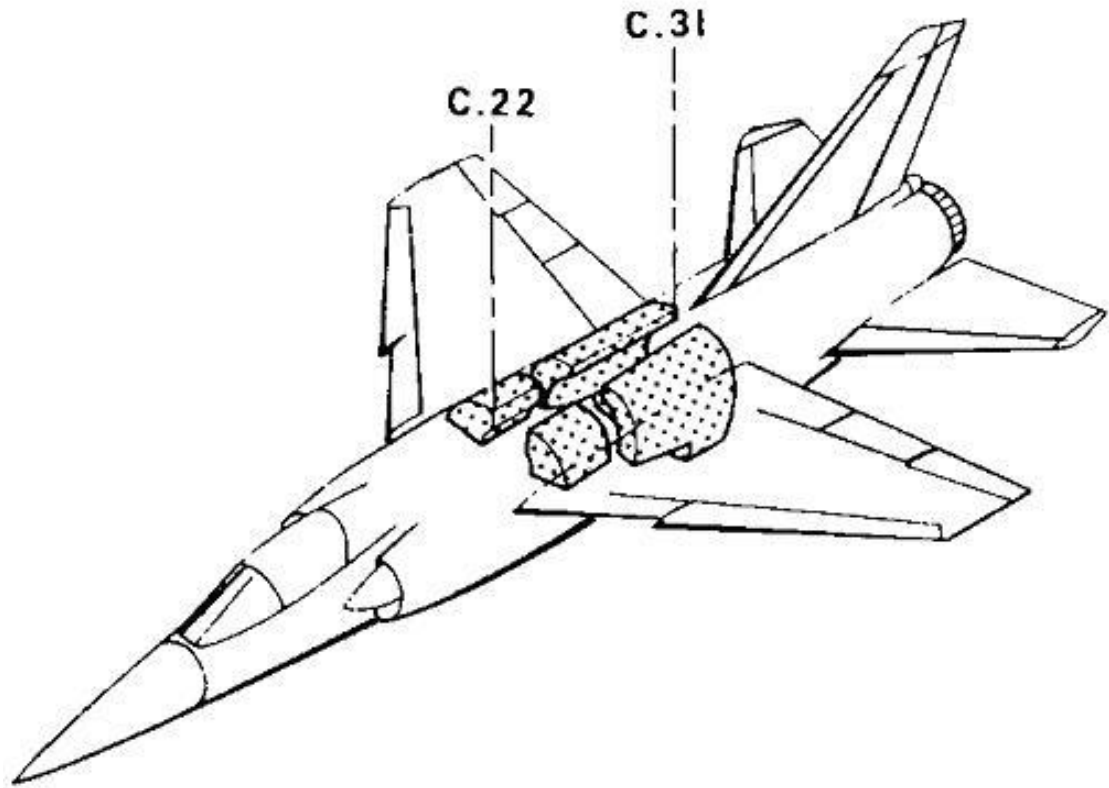


Figura 1.5 Ubicación de los Depósitos del Fuselaje Grupo Central (Nodrizas)

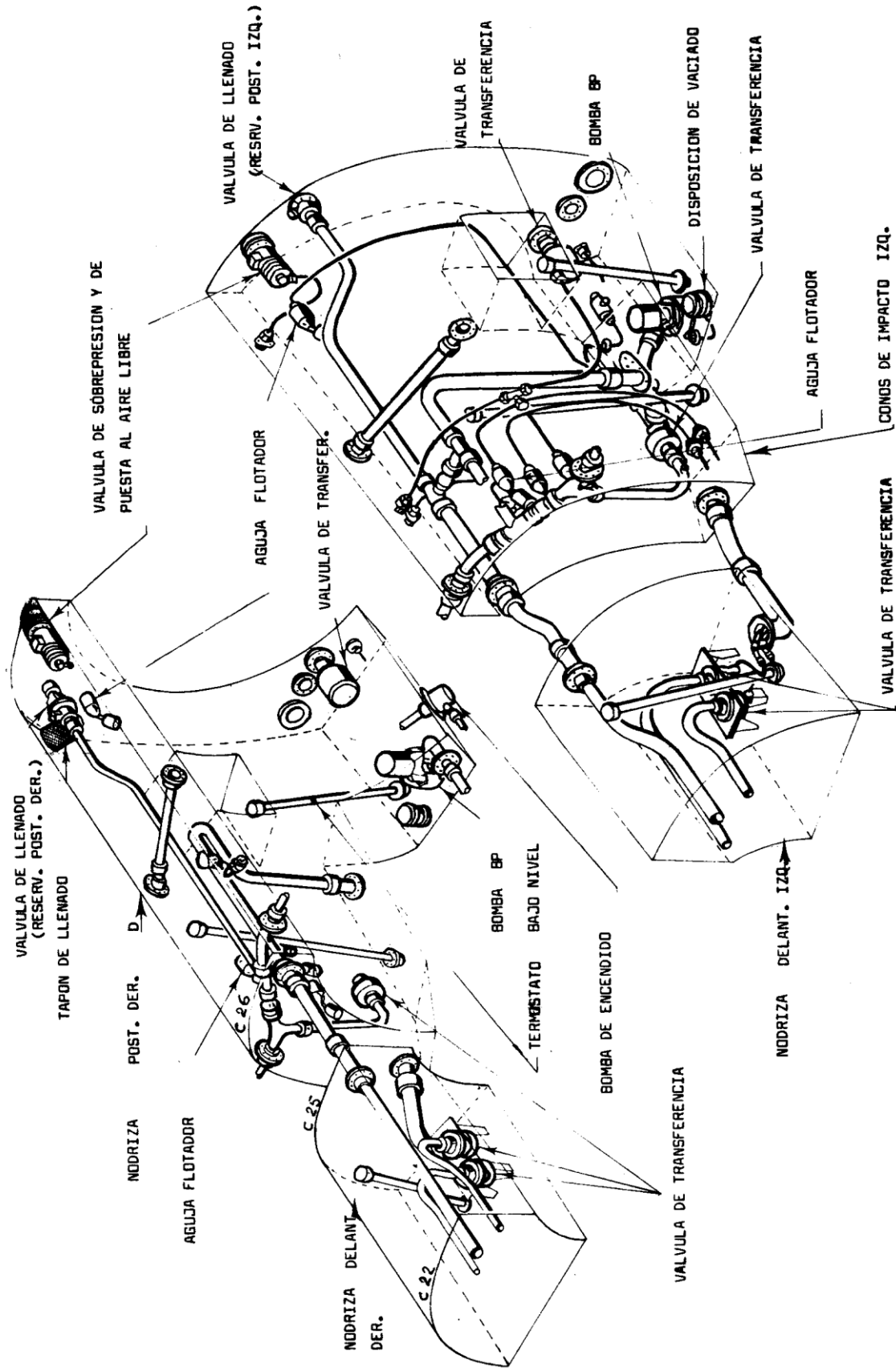


Figura 1.6 Reservorio del Fuselaje (Nodrizas)

c) **Grupo Posterior.**- Comprendido entre los mamparos 31 y 36. Formado de dos depósitos laterales simétricos rodeando la cámara reactor.

Dentro de éste depósito se encuentra:

- Una válvula de llenado por depósito.
- Una válvula stop-air por depósito.
- Un contactor flotador o nivel por depósito.
- Un manocontactador fin de transferencia por depósito.

El siguiente gráfico indica donde están ubicados en el avión los depósitos del grupo posterior.

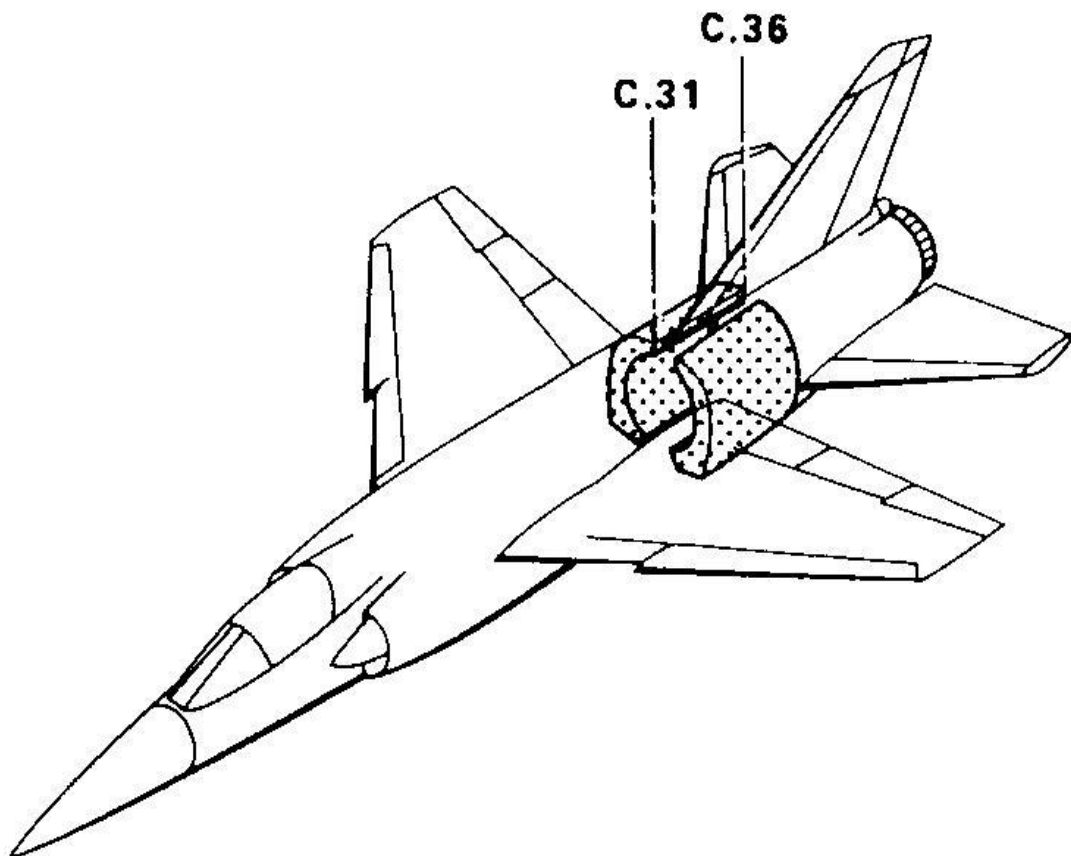


Figura 1.7 Ubicación de los Depósitos del Fuselaje Grupo Posterior

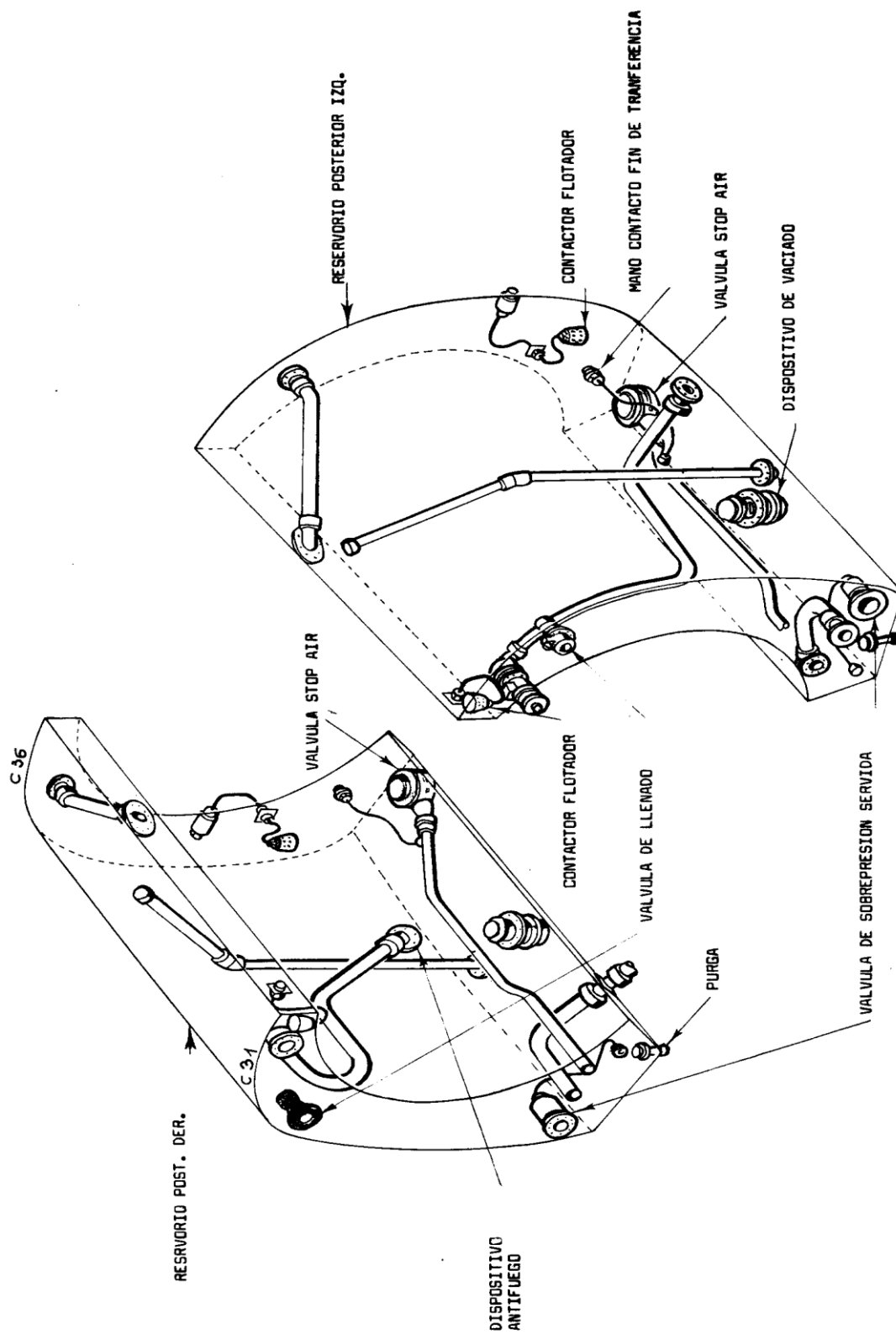


Figura 1.8 Reservorio del Fuselaje Grupo Posterior

1.2.2 DEPÓSITOS DE ALAS

Cada media-ala comporta un depósito estructural comprendido:

- Entre la nervadura de encastre y la nervadura 2a.
- Con un descongelamiento, hasta el larguero posterior a el interior de la nervadura 1).

Dentro de éste depósito se encuentra:

- Una válvula de llenado por depósito.
- Una válvula stop-air por depósito.
- Una válvula antiretorno por depósito.
- Un manocontactador fin de transferencia por depósito

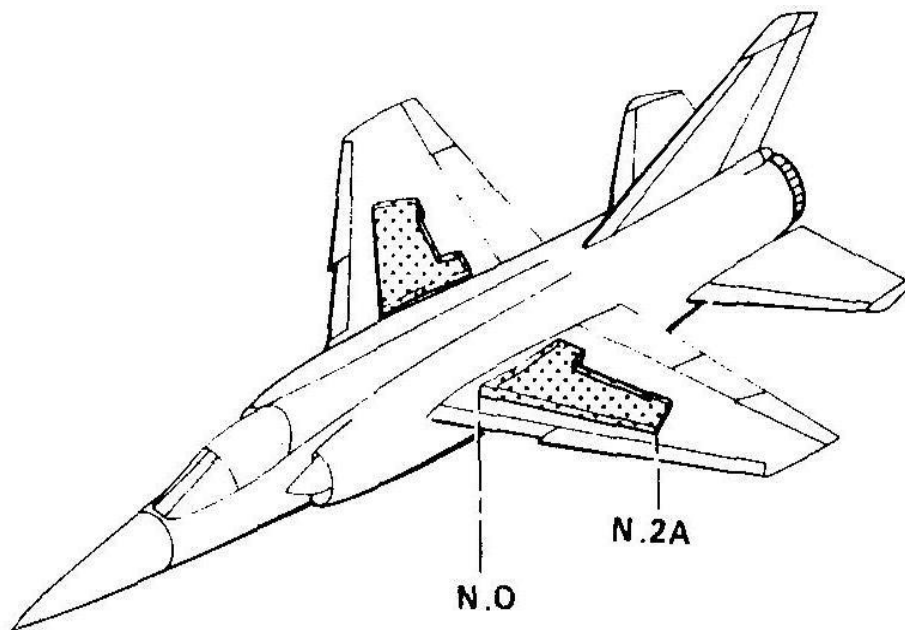


Figura 1.9 Ubicación de los Depósitos del Ala

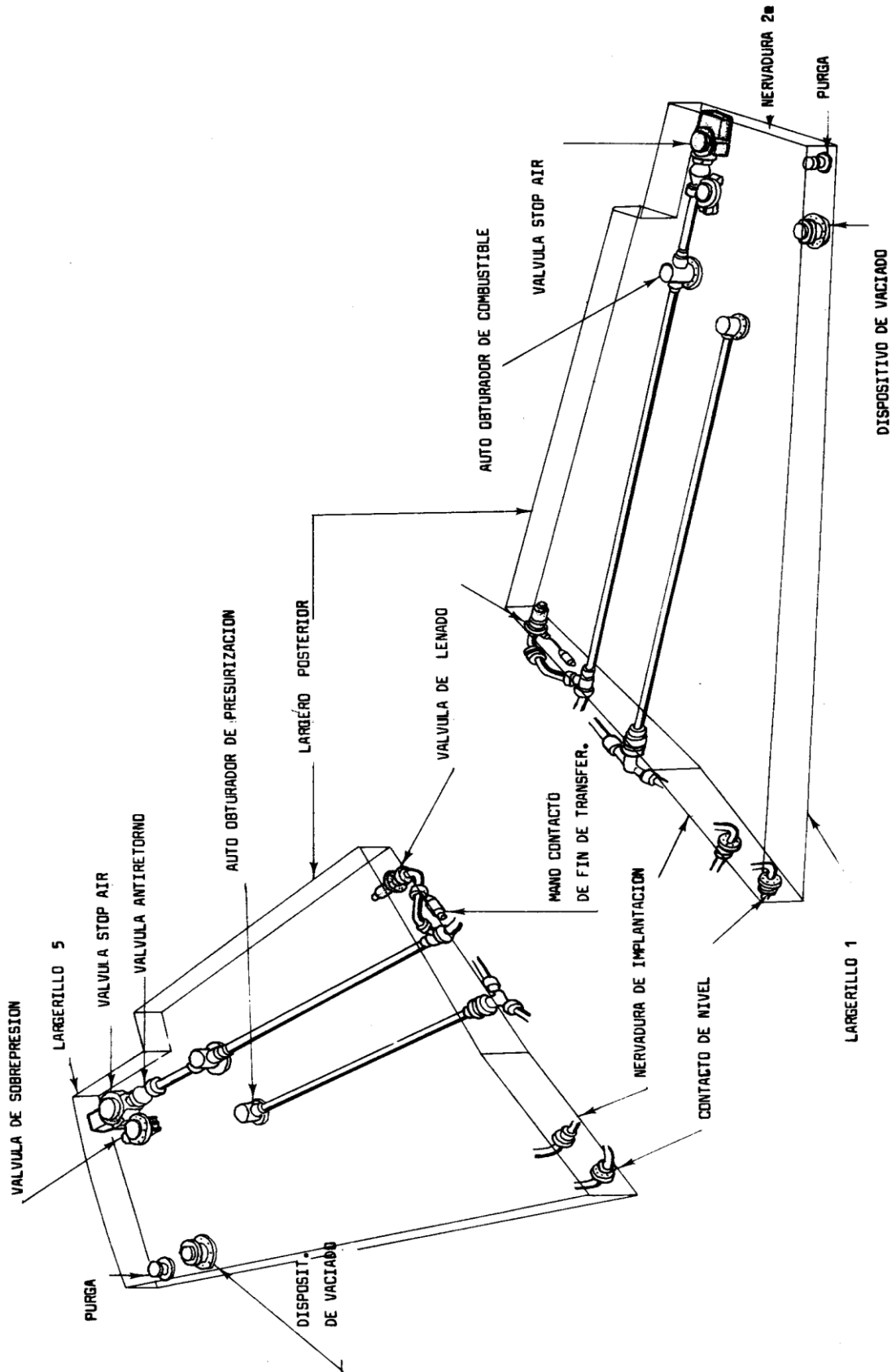


Figura 1.10 Reservorio del Ala

1.2.3 DEPÓSITO PENDULAR

Tres depósitos pendulares pueden ser montados en el Mirage F-1:

- Bajo las alas: reservorio pendular derecho y reservorio pendular izquierdo.
- Bajo el fuselaje: reservorio pendular ventral o central.

Dentro de cada reservorio se encuentran:

- Dos válvulas stop-air.
- Una válvula de llenado (situada en el soporte del depósito).
- Un contactor final del nivel de transferencia

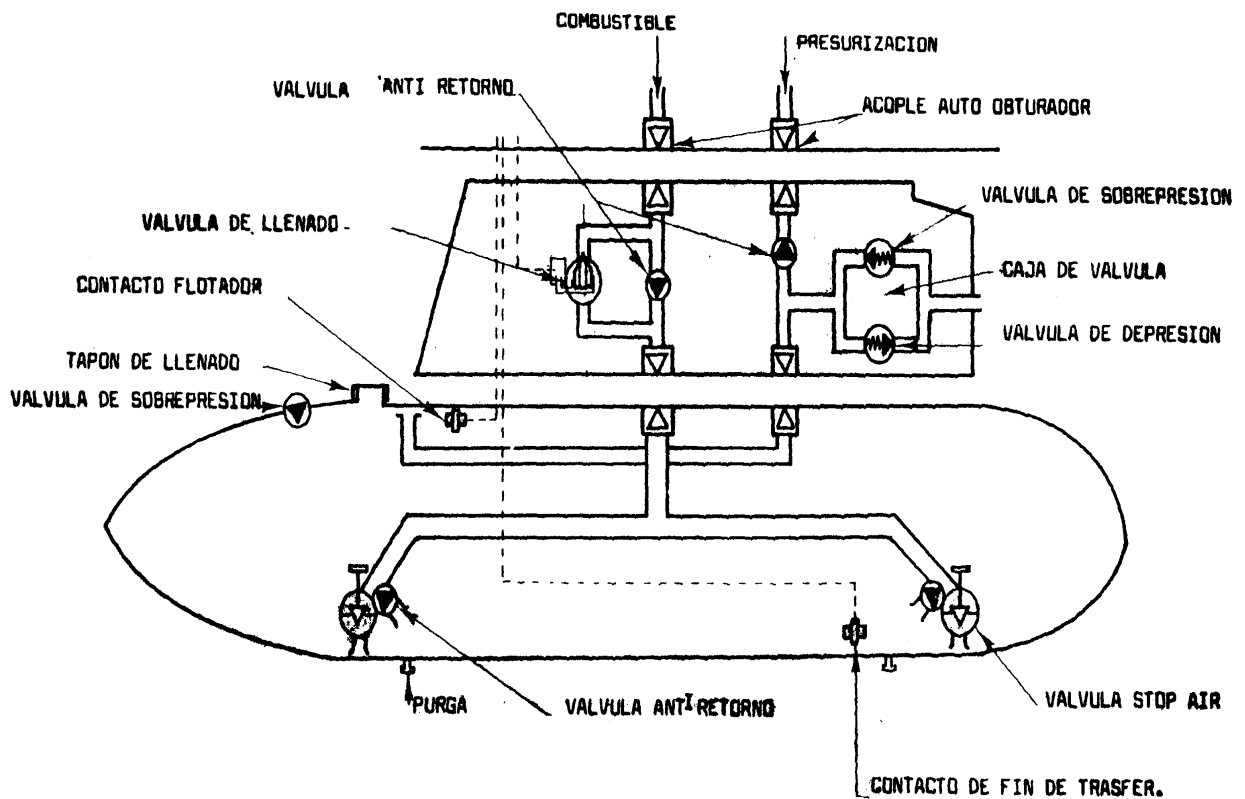


Figura 1.11 Reservorio Pendular

1.3 DIFERENTES EQUIPOS DEL CIRCUITO DE COMBUSTIBLE

1.3.1 VÁLVULA DE LLENADO

1.3.1.1 Objetivos

Esta válvula permite el llenado de un depósito y corta la entrada del combustible tan pronto como el nivel es alcanzado.

1.3.1.2 Descripción

Hay 8 válvulas de llenado en el circuito de combustible:

- Una para el grupo delantero.
- Dos para el grupo posterior (una por depósito).
- Dos para las alas (una por depósito).

Las válvulas desembocan directamente en la parte alta de los depósitos excepto para los pendulares donde ellas están situadas en los soportes del depósito.

Una válvula se compone de un cárter exterior, en el interior del que se distingue:

- Un cilindro.
- Un pistón.
- Un muelle de retroceso.
- Un punzón de accionamiento.
- Un solenoide.

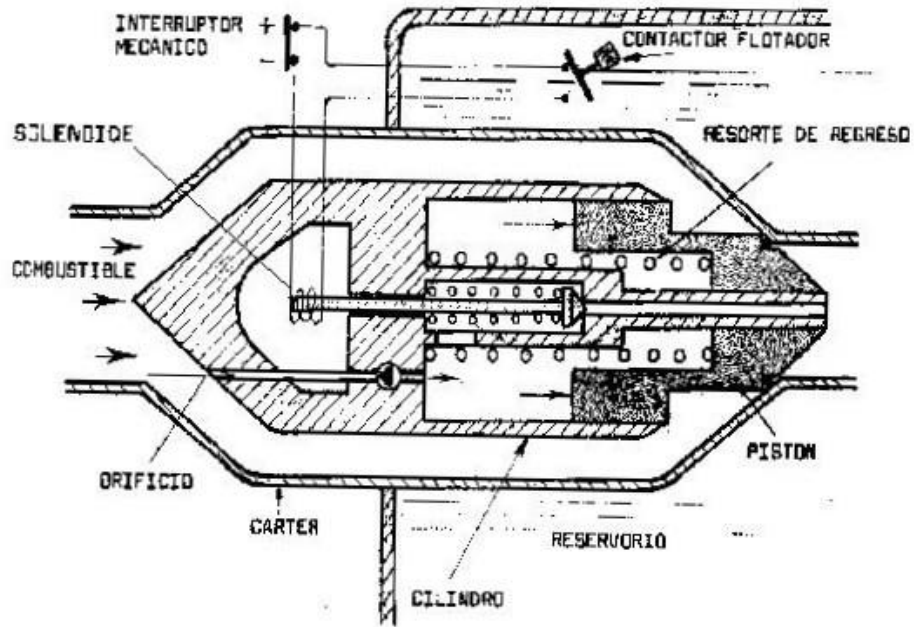


Figura 1.12 Válvula de Llenado

1.3.2 VÁLVULA DE TRANSFERENCIA

1.3.2.1 Objetivos

Esta válvula permite la transferencia del combustible de los diversos depósitos hacia las nodrizas.

También permite dosificar el flujo proveniente de los depósitos y de parar cuando el combustible alcanza el nivel deseado dentro de las nodrizas.

1.3.2.2 Descripción

Hay 8 válvulas de transferencia dentro del circuito de combustible, situadas en las nodrizas (son 4 válvulas de transferencia por nodriza).

Cada válvula de transferencia está asociada a una aguja de flotador, dispuesta obligatoriamente a un nivel superior y situado igualmente en las nodrizas.



Figura 1.13 Válvula de Transferencia

1.3.3 VÁLVULA STOP-AIR

1.3.3.1 Objetivos

Permite la transferencia del combustible de un depósito hacia la nodriza, al fin de transferir, cierra la tubería lo que incapacita el paso de aire de presurización hacia la nodriza.

1.3.3.2 Descripción

Una válvula Stop-air está instalada al fondo de cada depósito y adaptada en el extremo de la tubería de alimentación saliendo del depósito a transferir.



Figura 1.14 Válvula Stop-Air

1.3.4 BOMBA DE BAJA PRESIÓN

1.3.4.1 Objetivos

Hay dos tipos de estas bombas, están destinadas a alimentar directamente las bombas de alta presión del reactor cualquiera que sea las condiciones de vuelo, altitud y temperatura. Se encuentra una bomba en la parte más baja de cada nodriza, ellas suministran 66 gls/mn a una presión de 1100 m bar.

1.3.4.2 Descripción

Estas bombas se componen de dos conjuntos.

- a) Un conjunto motor.

Motor asincronizado trifásico 200 V, funcionando a la frecuencia de 400 Hz.

- b) Un conjunto bomba.

Un cuerpo en aleación ligera comprendiendo una turbina monta en el extremo del árbol motor. En la salida de la voluta del rechazo se encuentra una válvula by-pass.

Un filtro permite al combustible pasar del depósito de la bomba eliminando los cuerpos extraños que pudieran encontrarse dentro del depósito.

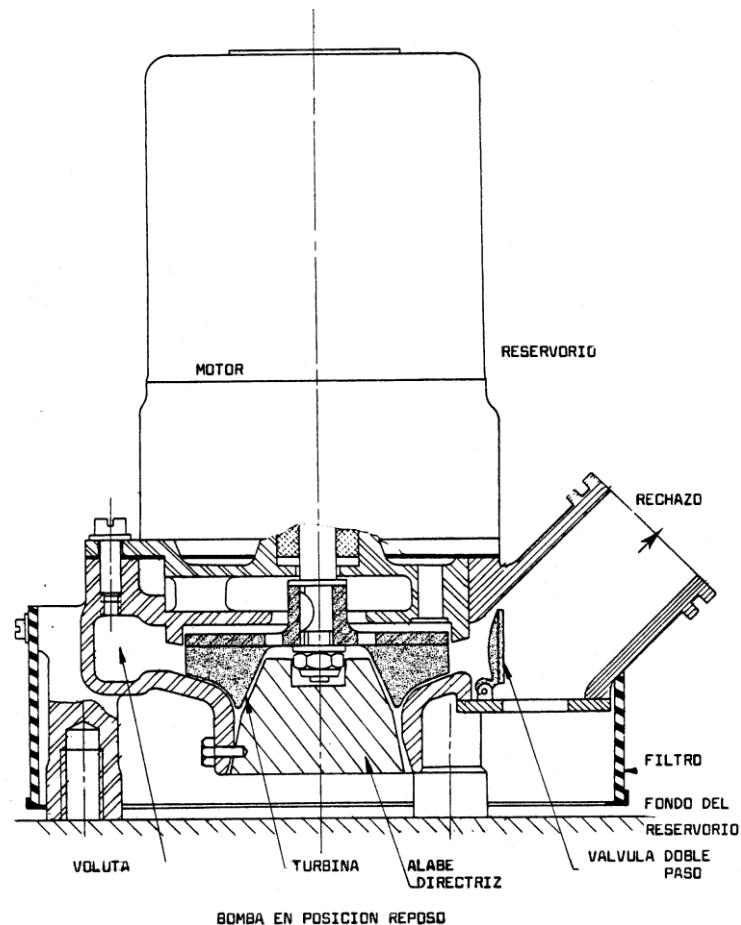


Figura 1.15 Bomba de Baja Presión

1.3.5 BOMBA DE ARRANQUE

Al arranque o en caso de que la alimentación eléctrica alterna no está asegurada, la alimentación de combustible del reactor es suministrada por una pequeña bomba centrífuga ínter técnica puesta en movimiento por un motor eléctrico de corriente continua 28 V.

Esta bomba saca el combustible de la nodriza posterior derecha y suministra a la tubería común de rechazo de las bombas principales.

Esta bomba se pone en marcha automáticamente en ausencia de corriente alterna, ella es alimentada por la batería de bordo o por una planta externa.

1.3.6 DISTRIBUIDOR DE ÉMBOLO

1.3.6.1 Objetivo

Estos distribuidores permiten obtener dos órdenes de transferencia, según configuración avión liso o equipado por los depósitos pendulares bajo las alas y el fuselaje.

1.3.6.2 Descripción

Hay dos distribuidores, situados, uno dentro de cada nodriza, nivel aguja de flotador # 2-3-4-5 e instalado en corte sobre las tuberías de apoyo de las válvulas de transferencia.

Un distribuidor se compone de un cilindro en el interior del cual se encuentra:

- Un émbolo.
- Un muelle de llenado.

Una cámara donde se ejerce la presión combustible, la presión combustible es obtenida después de la abertura de una electro-válvula, puesta en funcionamiento por un interruptor en el tablero de instrumentos.

Nota: La aguja del distribuidor # 1 no es accionada con la posición del émbolo del distribuidor.

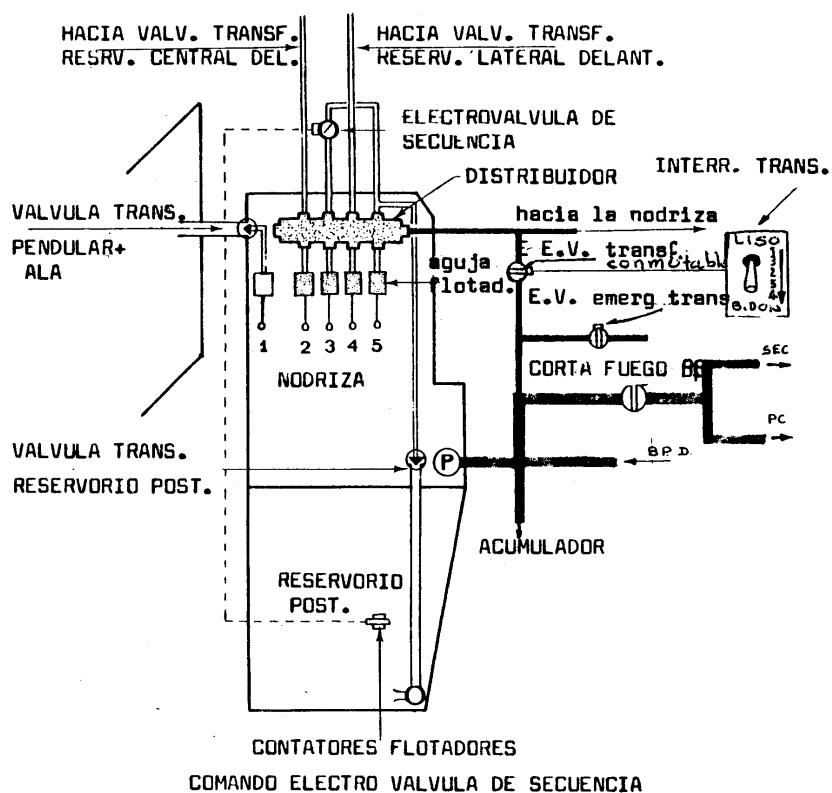


Figura 1.16 Distribuidor de émbolo

1.3.6.3 Funcionamiento

El émbolo del distribuidor es sumiso de una parte a la acción del resorte, de otra parte a la presión combustible.

1. Configuración avión liso:

- Interruptor en el tablero de instrumentos conectado.
- Abertura de la electro-válvula, la presión combustible empuja el pistón.

- El émbolo dirige la presión de accionamiento de las válvulas de transferencia según la orden deseada.

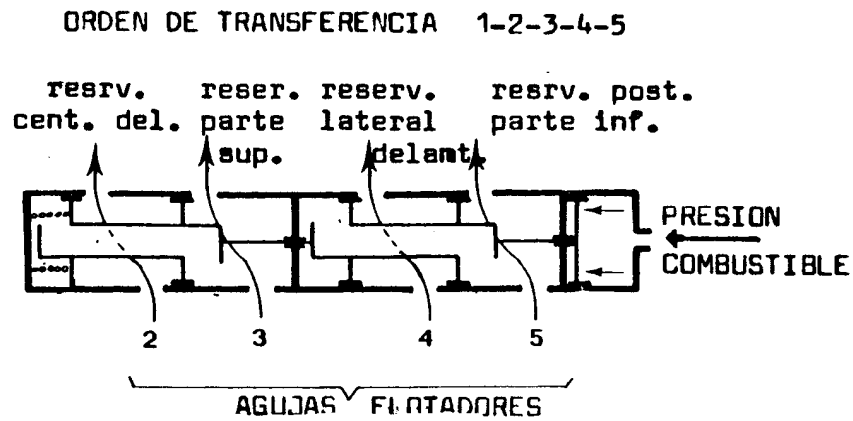


Figura 1.17 Distribuidor de émbolo (Configuración Avión Liso)

2. Configuración con cargas pendulares bajo las alas:

- Interruptor en el tablero de instrumentos sobre "Parada".
- Paso de presión combustible.
- Acción del resorte sobre el émbolo.
- El émbolo dirige la presión de accionamiento de las válvulas de transferencia según una segunda orden.

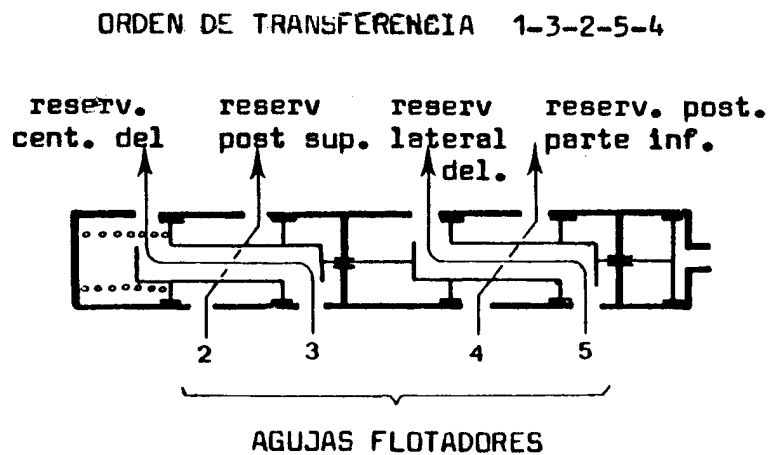


Figura 1.18 Distribuidor de émbolo (Configuración Avión con Cargas Pendulares)

1.3.7 ACUMULADOR DE VUELO INVERTIDO.

1.3.7.1 Objetivo

Asegura la alimentación del reactor en el curso de un vuelo a "g" negativo o de un vuelo invertido.

1.3.7.2 Descripción

El acumulador de vuelo invertido está situado dentro del depósito central delantero.

Está constituido de dos partes en aleación ligera, separadas por una membrana flexible en Hycar.

- La cara superior de la membrana está en contacto con el combustible.
- La cara inferior con el aire de presurización.

Los depósitos constituyendo la parte superior e inferior comporta un doble fondo, perforado, sirviendo de apoyo de la membrana.

1.3.7.3 Funcionamiento

En el curso de un vuelo invertido, las bombas bajo presión se ponen inoperantes.

La presurización viniendo del reactor, actúa sobre la parte inferior de la membrana, que se deforma y rechaza el combustible hacia el circuito de alimentación reactor, asegurando así la continuidad de alimentación. El acumulador se vacía.

De regreso en vuelo normal, el llenado se efectúa automáticamente por la presión de rechazo de las bombas de Baja Presión.

La evacuación de la presión es asegurada por la válvula de sobrecarga del circuito de presurización.

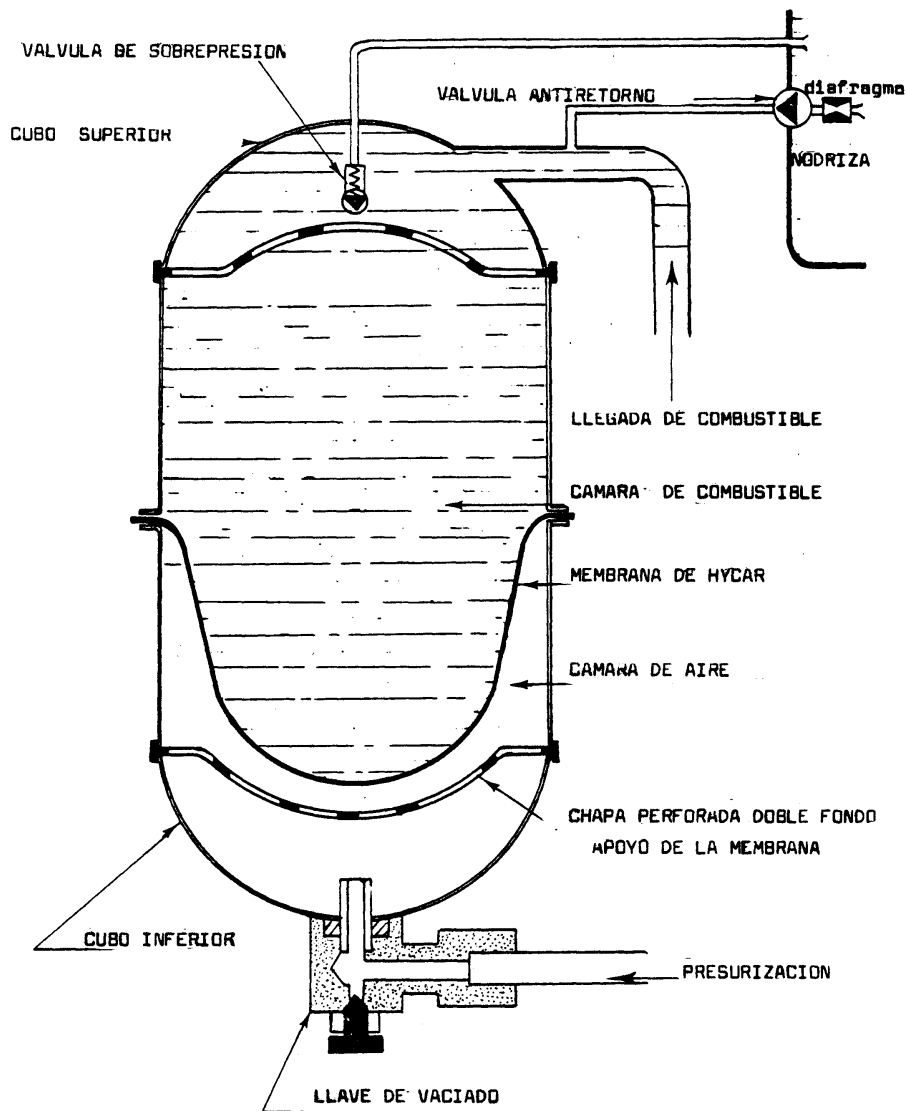


Figura 1.19 Acumulador de Vuelo Invertido

1.3.7.4 Llenado del Acumulador en Tierra

El llenado se efectúa, después de puesta en marcha de la bomba de arranque. La presión de rechazo actúa sobre la parte superior de la membrana que se deforma. El acumulador se llena.

1.3.7.4.1 Accesorios

- Una válvula de sobrecarga combustible protege el acumulador y descarga dentro de la nodriza delantera derecha.
- El circuito de llenado del acumulador es puesto en comunicación con la nodriza delantera derecha por medio de una tubería equipada de una válvula anti-retorno, permitiendo la purga continua del circuito.

1.3.8 REGULADOR

1.3.8.1 Objetivos

Ajusta la presurización de los diferentes depósitos y del acumulador de vuelo invertido.

1.3.8.2 Descripción

Hay tres válvulas de descarga dentro del circuito de presurización de los depósitos:

- Están situados entre los mamparos 22 y 25A, parte superior de los fuselajes.

- Con de concepción idéntica, sólo sus calibraciones son diferentes se encuentra:
 - Un regulador acumulador de vuelo invertido y pendulares.
 - Un regulador fuselaje y alas.
 - Un regulador nodriza.

Un regulador está constituido de un cuerpo dentro del cuál se distinguen:

- Dos cámaras separadas por una membrana.
- Una válvula solidaria de la membrana.
- Un resorte calibrado.

1.3.8.3 Funcionamiento

La válvula solidaria de la membrana de la válvula de descarga tapa más o menos el orificio de llegada de presurización.

Ella es puesta en funcionamiento por la presión diferencial de las dos cámaras.

Dentro de la cámara (B) (lado resorte) reina la presión exterior P1 por una tubería conectada en la puesta al aire libre general.

Dentro de la cámara (A) reina la presión regulada P2, admitida por una tubería conectada en el depósito.

Desde la puesta en marcha del reactor, la presión de aire P3 es admitida a través de la válvula de descarga dentro de los diferentes depósitos.

a) La presión P1 aumenta :

- Aumento de presión P2.
- Aumento de presión cámara (A).
- Compresión del resorte calibrado.
- Cierre de la válvula sobre su asiento.
- El aire no es ya admitido dentro de los depósitos

b) La presión P2 disminuye :

- Caída de presión cámara (A).
- Acción del resorte calibrado sobre la membrana.
- Abertura de la válvula solidaria de la membrana.
- El aire es de nuevo admitido dentro de los depósitos.

Nota: En posición reposo, la válvula solidaria de la membrana es mantenida abierta por el resorte calibrado, el orificio de entrada y el orificio de salida comunicados.

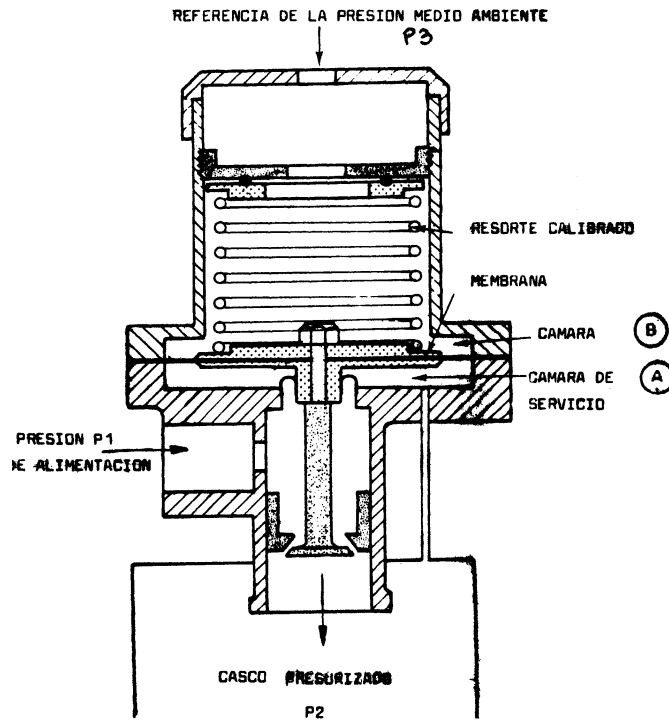


Figura 1.20 Regulador

1.3.9 VÁLVULAS DE SOBREPRESIÓN

En vuelo normal, las sobrepresiones son eliminadas por las válvulas de sobrepresión del circuito de presurización.

Los depósitos de los grupos delanteros posterior y alas están protegidos por válvulas de sobrepresión.

El acumulador de vuelo invertido está protegido por una válvula de sobrepresión, situada dentro de la nodriza delantera derecha.

Cada depósito pendular está protegido por una válvula de sobrepresión situada en el soporte del depósito y puesto directamente al aire libre.



Figura 1.21 Válvula de Sobrepresión

1.3.10 VÁLVULAS DE DEPRESIÓN

En caso de avería de presurización o durante un picado rápido, los depósitos son alimentados de aire exterior por válvulas de depresión.

Los depósitos del grupo delantero, posterior, alas, son alimentados por una válvula de depresión situada dentro del depósito posterior derecho. Este toma su aire dentro de la tubería de puesta de aire libre nodriza derecha.

Las nodrizas son alimentadas por una válvula de depresión situada en la nodriza posterior izquierda. Toma su aire dentro de la tubería de salida al exterior general. Alimentan paralelamente las dos nodrizas a través de dos paletas o tapetes anti-retorno, que impiden la circulación izquierda-derecha del combustible en caso de desbordamiento de una nodriza.

Los depósitos lanzables son protegidos por válvulas individuales situadas dentro de los soportes de depósito y desembocan directamente al aire libre.

1.3.11 VÁLVULAS DE PROTECCIÓN

En ciertos casos el caudal de las válvulas de sobrepresión no es suficiente como son los siguientes:

- Resistencia al cierre de una válvula de llenado.
- Estallido del acumulador de vuelo invertido.
- Bloqueo de posición abierta de una válvula de transferencia.
- Bloqueo de posición cerrada de una válvula de sobrepresión.

Todos los depósitos están equipados de válvulas de protección que desembocan para los grupos delantero y posterior dentro de las nodrizas, para todos los otros depósitos, en el exterior.

1.4 CIRCUITO DE LLENADO FIGURA 1.26 (A)(B)

1.4.1 Generalidades

El llenado del avión se efectúa en tierra bajo presión (regulados 3,5 bars aproximadamente) por una toma de llenado llamada Quinson figura 1.22 que está montada sobre el piso del depósito lateral delantero izquierdo, al costado de ella se encuentra el panel de mando y de control del llenado.

El lleno interno completo puede ser efectuado a partir de una cisterna de 60 m en menos de 8 minutos.

Los depósitos suplementarios son llenados bajo presión por el circuito avión.

El conjunto de los depósitos (excepto las alas) puede ser llenado por gravedad mediante tapones individuales.

La puesta al aire libre de los reservorios durante el llenado es asegurada por las válvulas de sobrecarga del circuito de presurización con excepción de las nodrizas que poseen válvulas especiales.



Figura 1.22 Toma de Llenado

1.4.2 DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO DE LLENADO

Partiendo de la toma de llenado una tubería principal circula dentro del fuselaje costado izquierdo en el interior de los depósitos y alimenta:

- El depósito central delantero; y depósito posterior izquierdo, una derivación sobre la tubería principal trae el combustible hacia las alas, los pendulares, las nodrizas y el depósito posterior derecho.

Todos los depósitos son llenados mediante válvulas de llenado de mando eléctrico (A) figura 1.26 excepto las nodrizas que utilizan las válvulas de transferencia de alas (B) figura 1.26.

Las válvulas de llenado son abiertas por el mecánico antes de llenarlas y se cierran automáticamente para evitar los desbordamientos al fin de llenado, este cierre automático se hace cuando el nivel de combustible alcanza un contacto de flotador o un termostato colocado en un punto alto de los depósitos.

1.4.3 LLENADO DEL ACUMULADOR DE VUELO INVERTIDO

El llenado es asegurado por una tubería conectada en la tubería de alimentación reactor, que atraviesa la nodriza derecha, el depósito lateral derecho y desemboca dentro del acumulador parte superior.

Puesta en marcha de la bomba de arranque, 60 litros de combustible son sacados de la nodriza posterior derecha. El interruptor selector debe estar sobre (N).

Una purga permite el control de la estanqueidad interna del acumulador de vuelo invertido.

1.4.4 LLENADO DE LOS DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE Y LAS NODRIZAS BAJO PRESIÓN.

Primeramente se conecta la toma de la cisterna con la toma de llenado.

El combustible que esta bajo presión:

- Abre las válvulas de sobrepresión (H) figura 1.26 puesta al aire libre de las nodrizas.
- Alimenta de combustible los depósitos y las nodrizas.

El llenado de combustible se realiza para todos los depósitos por las válvulas de llenado (A) figura 1.26.

El llenado de combustible para las nodrizas se realiza por las válvulas de transferencia (B) figura 1.26.

Saliendo de la toma de llenado una tubería alimenta:

- El depósito central delantero 7 (lleno en 80% el combustible se corre hacia los depósitos laterales 5-6 por las paletas o tapetes anti-retorno (W) figura 1.26.
- El depósito posterior izquierdo 9.
- La tubería de alimentación alas pendulares distribuye el combustible:
 - Al depósito posterior 10.
 - A los depósitos de alas 11 y 12.

- A los pendulares 15-14 y 15.
- A las nodrizas posteriores 1 y 2 quienes por intercomunicación permanente alimentan las nodrizas delanteras 3-4.

1.4.5 COMPLEMENTO DE LLENADO DE LOS DEPÓSITOS

Los depósitos delanteros 5-6-7 y posteriores 9-10 solamente, el mecánico apoya en los tres pulsadores de complemento de lleno en el tablero de llenado que:

- Corto-circuitan los contactores de flotadores (D) figura 1.26. Las válvulas de llenado (A) figura 1.26 de los depósitos delantero y posterior, se abren.
- El complemento de lleno se efectúa, hasta el escurrimiento por la puesta al aire libre del circuito de presurización (Figura 1.27 por las válvulas de sobrepresión más la puesta al aire libre).

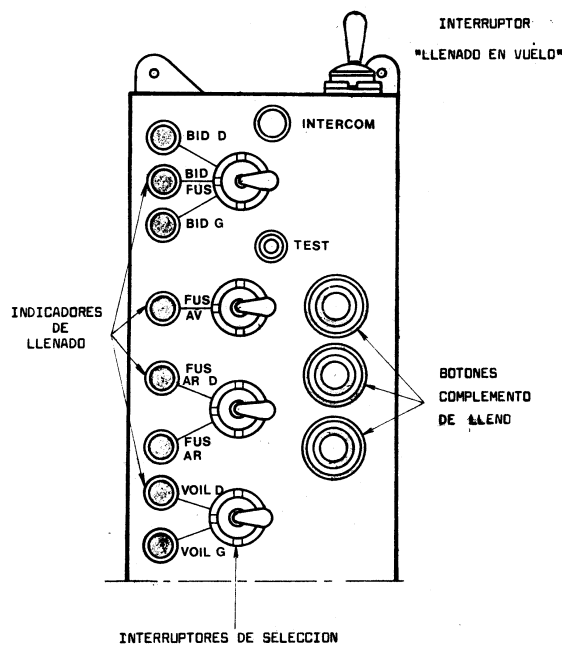


Figura 1.23 Tablero de Llenado

1.4.6 LLENADO DE LOS DEPÓSITOS POR GRAVEDAD

Todos los depósitos pueden ser llenados por gravedad, excepto los reservorios de las alas.

- a) Llenado del grupo delantero 5-6-7
 - Depósito central delantero 7. Este depósito posee un tapón (situado en la parte superior del fuselaje)
 - Depósitos laterales delantero 5-6. Se efectúa a partir del central delantero 7 por las paletas o tapetes anti-retorno.



Figura 1.24 Llenado del Grupo Delantero

- b) Llenado del grupo central (nodrizas 1-2-3-4).
 - La nodriza posterior derecha N.-2 posee un tapón (situado en la parte superior derecha del fuselaje). El llenado de la nodriza 1-3 se efectúa a partir de la nodriza 2-4 después de la abertura de la llave de intercomunicación nodrizas (K) figura 1.26.

c) Llenado del grupo posterior 9-10

- Se efectúa a partir de las nodrizas correspondientes después de la abertura de las válvulas de sobrepresión apoyadas (I) figura 1.26,
- La puesta del inversor de emergencia transferencia en (M) provoca la apertura de la electro-válvula (T) figura 1.26.
- La puesta del interruptor bomba de arranque en (M) suministra la presión combustible que abre las válvulas de sobrepresión apoyadas (I) figura 1.26.

El combustible corre de las nodrizas hacia los depósitos posteriores.



Figura 1.25 Llenado de las Nodrizas y el Grupo Posterior

d) Llenado de los pendulares

- Cada depósito péndulas posee un tapón situado hacia delante sobre la parte superior.

Nota: Hacer el llenado del grupo delantero primero (centrado).

1.5 TRANSFERENCIA DEL COMBUSTIBLE FIGURA 1.26 (A) (B)

1.5.1 Generalidades

Los diversos grupos de depósitos internos y externos son transferidos por presión de aire dentro de las nodrizas, la transferencia es enteramente automática.

Por razones de seguridad cada depósito izquierdo o derecho se transfiere dentro de la nodriza correspondiente.

Después de la puesta en marcha del reactor la transferencia del combustible esta capacitada para realizarse. Se hace, tan pronto como el combustible, dentro de las nodrizas alcanza un nivel determinado. Este nivel se mantiene constante gracias a las válvulas de transferencia, cuya abertura y cierre son comandados por las agujas de flotador. Hay dentro de cada nodriza cinco agujas de flotador. Estas agujas son emplazadas en lugar donde las variaciones de posición de vuelo del avión no causen más que variaciones reducidas del nivel de combustible. Se asegura así un orden de transferencia independiente de los movimientos del avión.

La transferencia del combustible de los diferentes depósitos es asegurada por 8 válvulas de transferencia situada dentro de las nodrizas (4 por nodrizas).

1.5.2 Nodrizas Delanteras

Una válvula de transferencia del depósito central delantero. Una válvula de transferencia de los depósitos laterales delanteros.

1.5.3 Nodrizas Posteriores

Una válvula de transferencia de los depósitos posteriores. Una válvula de transferencia de los depósitos pendulares y alas.

Al fin de transferencia de los depósitos para evitar que el aire de presurización no penetre en las nodrizas, las tuberías están equipadas a la salida de cada depósito, de una válvula stop-air.

- El depósito central delantero tiene dos válvulas stop-air.
- El depósito lateral delantero tiene una válvula stop-air.
- El depósito posterior tiene una válvula stop-air.
- El depósito de la media-ala tiene una válvula stop-air.
- Los depósitos pendulares tiene dos válvulas stop-air cada uno.

La transferencia puede efectuarse siguiendo dos órdenes diferentes por un distribuidor de émbolo, situado al nivel de las agujas de flotador N.- 2,3,4,5 dirige la presión de las válvulas de transferencia y comanda las dos órdenes de transferencia.

1.5.4 ORDEN DE TRANSFERENCIA

El orden de transferencia depende de la configuración sea avión liso o avión con pendulares bajo las alas.

En los dos casos la transferencia: comienza por los depósitos suplementarios que pueden ser lanzados lo más pronto posible; se prosigue por las alas, y se termina por los depósitos de fuselaje.

Dentro de cada caso la orden de transferencia de los depósitos de fuselaje ha estado determinada para mantener exactamente el avión en línea de vuelo en un rango de centrado “relativamente estrecho”.

Así el grupo delantero está separado:

- Un depósito central delantero transfiriéndose paralelamente dentro de las dos nodrizas izquierda y derecha.
- Dos depósitos laterales simétricos transfiriéndose en la nodriza correspondiente.
- El grupo posterior está fraccionado artificialmente por un contactor eléctrico, situado en el tercio inferior de cada depósito, lo que asegura una secuencia de transferencia.

1.5.4.1 Orden de Transferencia Avión Liso

Interruptor de transferencia conmutable sobre “marcha”:

1. Nivel: Depósitos de las alas.
2. Nivel: Depósito central delantero (paralelamente dentro de las dos nodrizas).
3. Nivel: Parte superior depósito trasero.
4. Nivel: Depósitos laterales delanteros.
5. Nivel: Parte inferior depósitos traseros.

1.5.4.2 Orden de Transferencia Avión con Pendulares Bajo Alas

Interruptor de transferencia conmutable sobre "Parada":

1. Nivel: Depósitos suplementarios en nodriza correspondiente, Pendular de fuselaje (paralelamente en las dos nodrizas); depósitos de las alas.
2. Nivel: Parte superior depósito posterior.
3. Nivel: Depósito central delantero.
4. Nivel: Parte inferior depósito posterior.
5. Nivel: Depósitos laterales delanteros.

1.5.5 Circuito de Transferencia de las Alas.

Cada media ala posee una válvula stop-aire. De ésta válvula parte la tubería que atraviesa el depósito, penetra dentro del fuselaje y termina en la válvula de transferencia situada dentro de la nodriza posterior.

1.5.6 Circuito de Transferencia de los Pendulares

Cada depósito pendular está provisto de las válvulas stop-air situadas hacia delante y hacia atrás del depósito. Los depósitos pendulares de alas se vacían dentro de la nodriza correspondiente.

El depósito pendular de fuselaje durante su transferencia utiliza la tubería de llenado alas sobre la cual están montadas dos válvulas anti-retorno permitiendo la transferencia paralelamente dentro de las dos nodrizas. Los acoplamientos pendulares están provistos de válvulas auto-obturadoras.

Los depósitos de alas y los pendulares utilizan la misma línea de transferencia es el valor de la presurización que determina la orden de transferencia.

- Pendular: 870 +- 20mbar.
- Alas: 460 +- 20 mbar.

1.5.7 Circuito de Transferencia del Depósito Central Delantero

Hay dos válvulas stop-air están situados al fondo del depósito. Ellos fluyen dentro de una tubería que se separa en dos para ir a parar en las válvulas de transferencia situados dentro de la nodriza delantera.

1.5.8 Circuito de Transferencia de los Depósitos Laterales Delanteros

Hay una válvula stop-air por depósito, situada al fondo, y que fluye en una tubería alimentando una válvula de transferencia dispuesta dentro de las nodrizas delanteras.

1.5.9 Circuito de Transferencia de los Depósitos Posteriores

Hay una válvula stop-air por depósito, ella fluye dentro de una tubería alimentando la válvula de transferencia, dispuesta dentro de la nodriza posterior.

La transferencia de los depósitos posteriores se efectúa en dos secuencias son determinadas por un contactor de nivel situado en el tercio superior de cada depósito y poniendo en marcha una electro-válvula por cada depósito.

Nota: La línea de transferencia alas y pendulares utiliza las mismas tuberías para llenado y las mismas válvulas de transferencia.

1.5.10 FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE TRANSFERENCIA

Desde la puesta en marcha del reactor, la presurización es asegurada, la transferencia comienza.

1.5.10.1 Transferencia Pendular Alas

Tan pronto como el flotador de la aguja N.- 1, acusa una válvula de nivel, éste último pone en marcha la apertura de la válvula de transferencia pendular de alas. (La presión de los pendulares es superior a la de los depósitos de alas, de donde transfiere pendulares primero).

1.5.10.1.1 Transferencia de los Pendulares

- Flujo del combustible de las válvulas stop-air (C) figura 1.26 hacia las válvulas de transferencia (B) figura 1.26.
- El pendular izquierdo y pendular derecho fluyen dentro de las nodrizas correspondientes.
- El pendular de fuselaje paralelamente sobre los dos costados hasta agotamiento total del combustible.
- Fin de transferencia.
- El Mano contactor de nivel o fin de transferencia (E) figura 1.26 provoca el encendido de las luces correspondientes en el tablero de control transferencia.
- Cierre de las válvulas stop-air (C) figura 1.26.

1.5.10.1.2 Transferencia de las Alas

- Flujo del combustible de las válvulas stop-air (C) figura 1.26 hacia las válvulas de transferencia (B) figura 1.26.

- Las media-alas derecha e izquierda fluyen a las nodrizas correspondientes.
- Fin de la transferencia.
- El mano contactor (E) figura 1.26 provoca el encendido de las luces correspondientes en el tablero de control de transferencias.
- Cierre de las válvulas stop-air (C) figura 1.26.

1.5.10.2 Transferencia de los Depósitos del Fuselaje

El nivel continúa a descender dentro de las nodrizas y alcanza la aguja de flotador N.-2.

Según la orden de transferencia deseada (avión liso o equipado de pendulares) el pistón del distribuidor permite la transferencia:

- Sea del central delantero 7.
- Sea de la parte superior o de los depósitos posteriores 9-10.

Las operaciones de transferencia y de control son idénticas en los depósitos pendulares y alas.

En el curso del vuelo el nivel combustible descenderá en las nodrizas, descubriendo las agujas de flotadores N.- 3,4 y 5 que abren las válvulas de transferencia correspondientes.

Al fin de transferencia total del combustible.

- Todas las luces son encendidas en el tablero de control de transferencia.

- Las válvulas stop-air son cerradas.

Nota: Dos contactores de nivel (J) figura 1.26 situados en el tercio inferior de los depósitos posteriores permiten la transferencia de éstos depósitos en dos secuencias.

En el momento que el nivel combustible alcanza los contactores, éstos provocan el cierre de las electro-válvulas de secuencia (F) figura 1.26 quedando inoperante las agujas de flotador N.- 2 o 3, de donde:

- Cierre de las válvulas de transferencia.
- Encendido de las luces en el tablero de control de transferencia, señalando el fin de la transferencia de la parte superior de los depósitos traseros.

Enseguida el nivel baja hasta la aguja de flotador N.- 4 después a la 5 y el tercio inferior de los depósitos posteriores se transfiere a su turno.

1.5.11 TRANSFERENCIA DE EMERGENCIA FIGURA 1.26 (A) (B)

En caso de avería total de presurización el piloto tiene posibilidad de transferir una cierta cantidad de combustible del grupo posterior.

Coloca el inversor emergencia transferencia sobre "M" lo que provoca: la apertura de la electro-válvula (F) la presión combustible dirigida por una tubería abre las válvulas de sobrepresión apoyadas (I) permitiendo la transferencia por gravedad de una cierta cantidad de combustible de los depósitos posteriores hacia las nodrizas correspondientes.

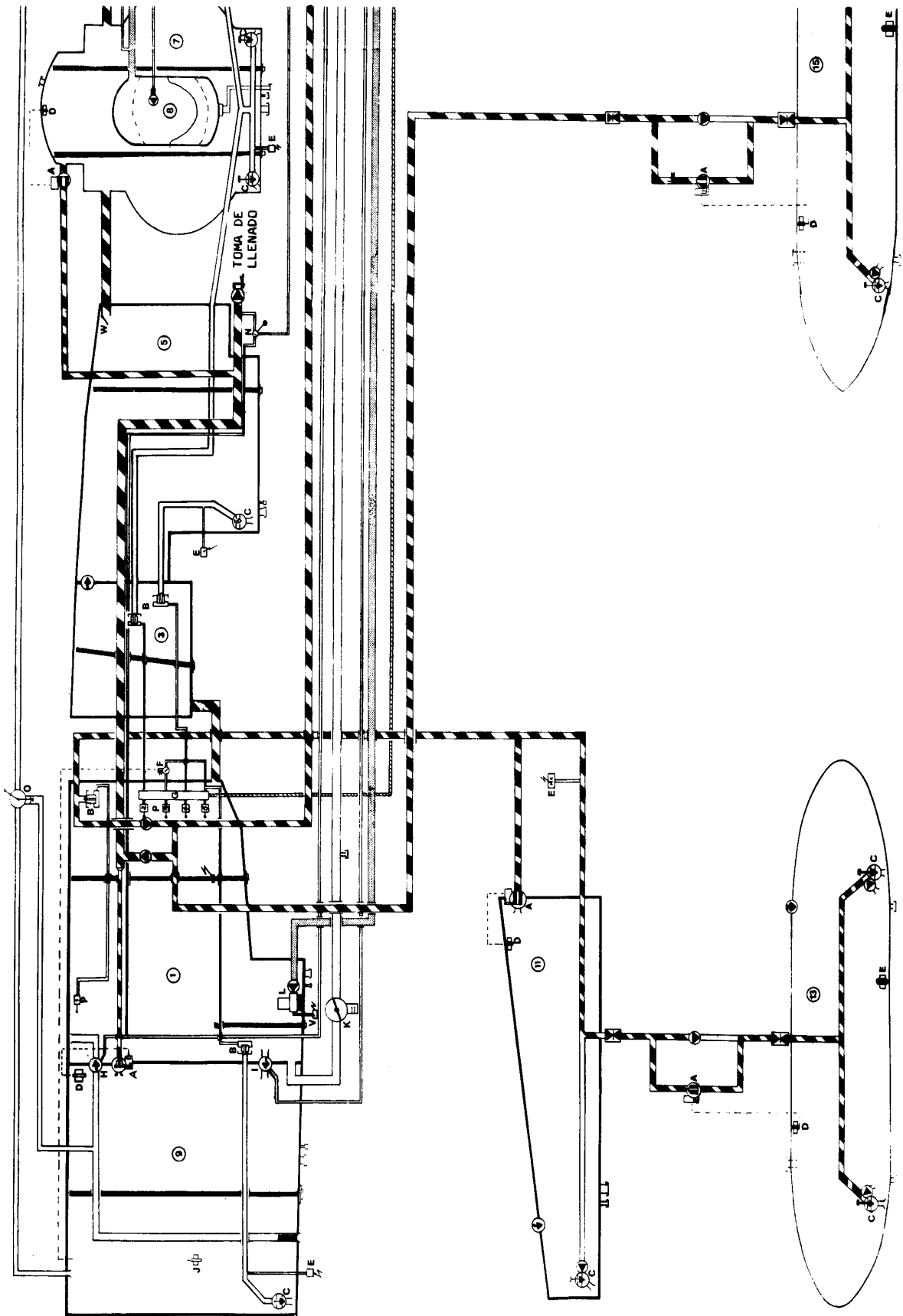


Figura 1.26 (A) Transferencia y Llenado de Combustible

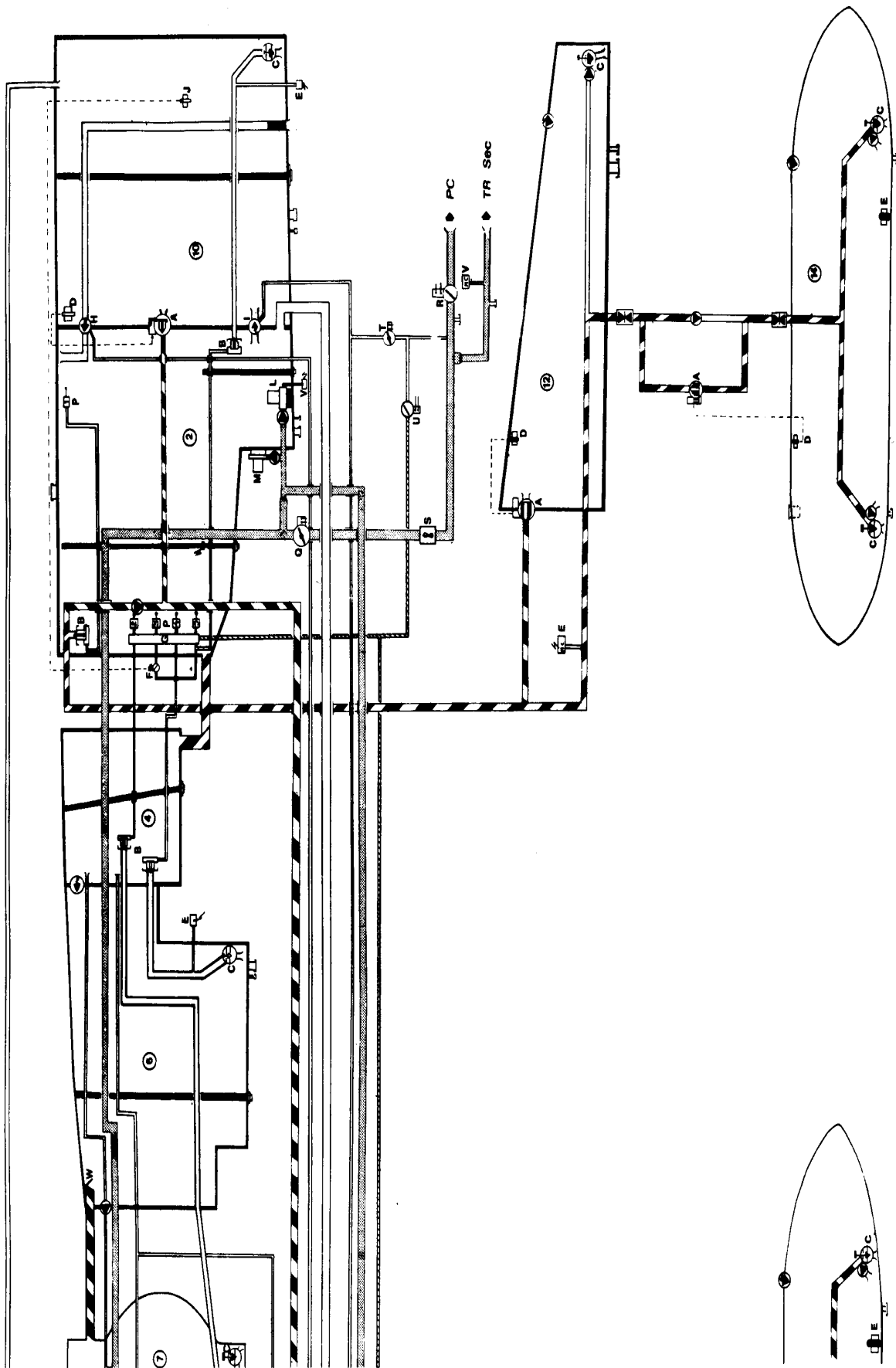


Figura 1.26 (B) Transferencia y Llenado de Combustible

- A) Válvula de Llenado.
- B) Válvula de Transferencia.
- C) Válvula Stop-Air.
- D) Contactor flotador o termostato (fin de llenado)
- E) Mano contactor (fin de transferencia)
- F) Electro válvula de secuencia
- G) Distribuidor de émbolo.
- H) Válvula de sobrepresión y fuga de la nodriza.
- I) Válvula de sobrepresión de servicio.
- J) Contactor de nivel.
- K) Llave de intercomunicación de las nodrizas.
- L) Bomba de Baja Presión.
- M) Bomba de encendido.
- N) Llave del distribuidor
- O) Llave de desgaze.
- P) Aguja flotador.
- Q) Llave corta fuego general.
- R) Llave corta fuego PC.
- S) Transmisor detotalizador.
- T) Electro válvula de emergencia de transferencia.
- U) Electro válvula de transferencia conmutable.
- V) Mano contactor de baja presión.
- W) Tapetes Anti-Retorno.

1.6 PRESURIZACIÓN FIGURA 1.27 (A) (B)

1.6.1 GENERALIDADES

Todos los depósitos del avión son presurizados en vuelo por el aire tomado en el reactor. Dentro de las nodrizas éste aire, de baja presión, sirve únicamente para evitar la ebullición del combustible en altitud.

Dentro de los otros depósitos, la presión es más fuerte y es ella que asegura el caudal de transferencia. Contrariamente al circuito combustible, no hay paso, dentro del circuito de presurización de separación entre los costados derecho e izquierdo del avión.

Las tuberías de presurización (depósito y tuberías) están protegidas:

- Por válvulas de sobrepresión (sobrepresión accidental o resultante de una subida rápida).
- Por válvula de depresión (admiten del aire exterior durante picado rápido, donde las válvulas de descarga no llegan a recuperar bastante rápido la presión).
- Por válvulas de protección. En ciertos casos el caudal de las válvulas de sobrepresión no es suficiente, también todos los depósitos están equipados de válvulas de protección.

1.6.2 CIRCUITO DE PRESURIZACIÓN

El aire es tomado en el compresor reactor, por una toma situada en la parte superior izquierda, sobre la que está conectada una tubería flexible.

Atraviesa enseguida un renovador de aire montado en la zanja superior de instalación, quien toma su aire de enfriamiento en la toma y lo arroja dentro de la cámara reactor.

En la salida de renovador, encuadra hacia abajo de un filtro y hacia arriba por un válvula anti-retorno, una toma de tierra permite la alimentación del sistema para los ensayos en el suelo.

Después del filtro, la tubería alimenta tres válvulas de descarga o válvulas de reducción de presión:

Una válvula de descarga (A) figura 1.27, regula la presión del acumulador de vuelo invertido 8 y los depósitos pendulares 13-14-15 calibrada a 850 a 890 mbar (12,3 a 12,9 psi).

Una válvula de descarga (B) figura 1.27, regula la presión de los depósitos delanteros 5-6-7, traseros 9-10, y de las alas calibrada a 440 a 480 mbar (6,38 a 6,96 psi).

Una válvula de descarga (C) figura 1.27, regula la presión de las nodrizas 1-2-3-4 calibrada a 90 a 130 mbar (1,3 a 1,88 psi).

1.6.2.1 Presurización del Acumulador de Vuelo Invertido y de los Depósitos Pendulares

Una válvula de descarga (A) figura 1.27 montada dentro de la zanja superior de instalación alimenta:

- El acumulador, a través de una válvula anti-retorno.
- Los depósitos pendulares, a través de seis auto-obturadores (dos por depósitos) y tres válvulas anti-retorno.

Estas válvulas anti-retorno situadas en el soporte del depósito evitan, las intercomunicaciones parásitas entre depósitos. Permiten en caso de reventón de uno de los dos, aislar la presión dentro de los depósitos restantes lo que asegura todavía durante algún tiempo un cierto caudal de transferencia.

1.6.2.2 Presurización de los Depósitos de Fuselaje y Alas

Un regulador (B) figura 1.27 montado dentro de la zanja superior de la instalación alimenta:

- El grupo posterior a través de una válvula anti-retorno.
- Las alas a través de una válvula anti-retorno.
- El grupo delantero a través de una válvula anti-retorno.

El depósito izquierdo y derecho del grupo delantero están enlazados por intercomunicaciones altas.

1.6.2.3 Presurización de las Nodrizas

El regulador de las nodrizas (C) figura 1.27, situado dentro de la zanja superior de instalación, es alimentado por el aire proveniente de la válvula de descarga del fuselaje. Esta disposición en serie ha sido adoptada en la eventualidad de una transferencia de emergencia por gravedad de los depósitos de fuselaje dentro de las nodrizas. Es preciso en efecto en éste caso, que la presión de las nodrizas desaparezca igualmente durante una falta de presión dentro de los depósitos de fuselaje.

Este regulador alimenta las dos nodrizas por medio de válvulas stop-combustible, que aseguran el libre paso del aire e impiden al combustible fluir del circuito de presurización. Cierre asegurado en vuelo invertido o en "g" negativo.

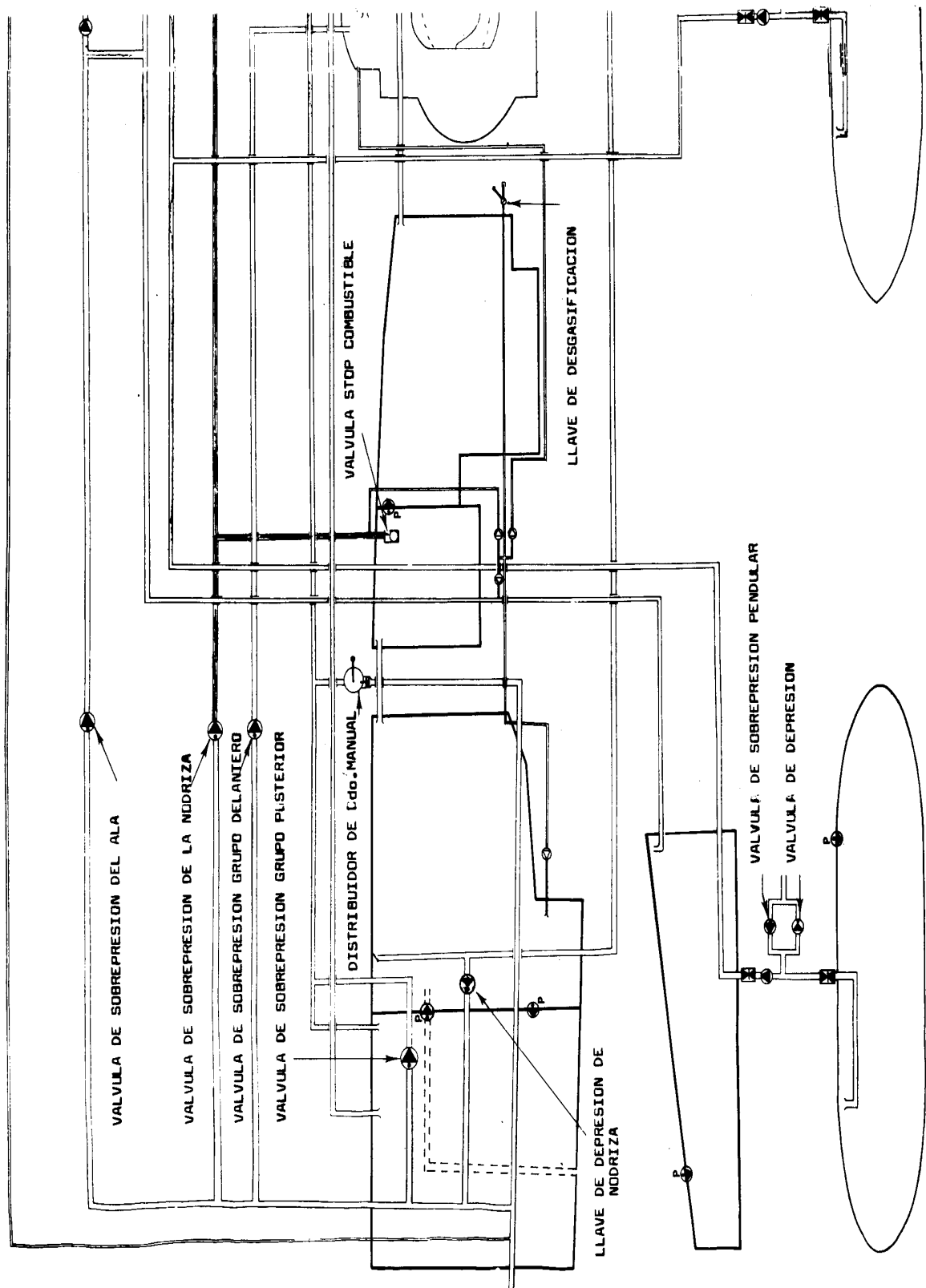


Figura 1.27 (A) Circuito de Presurización

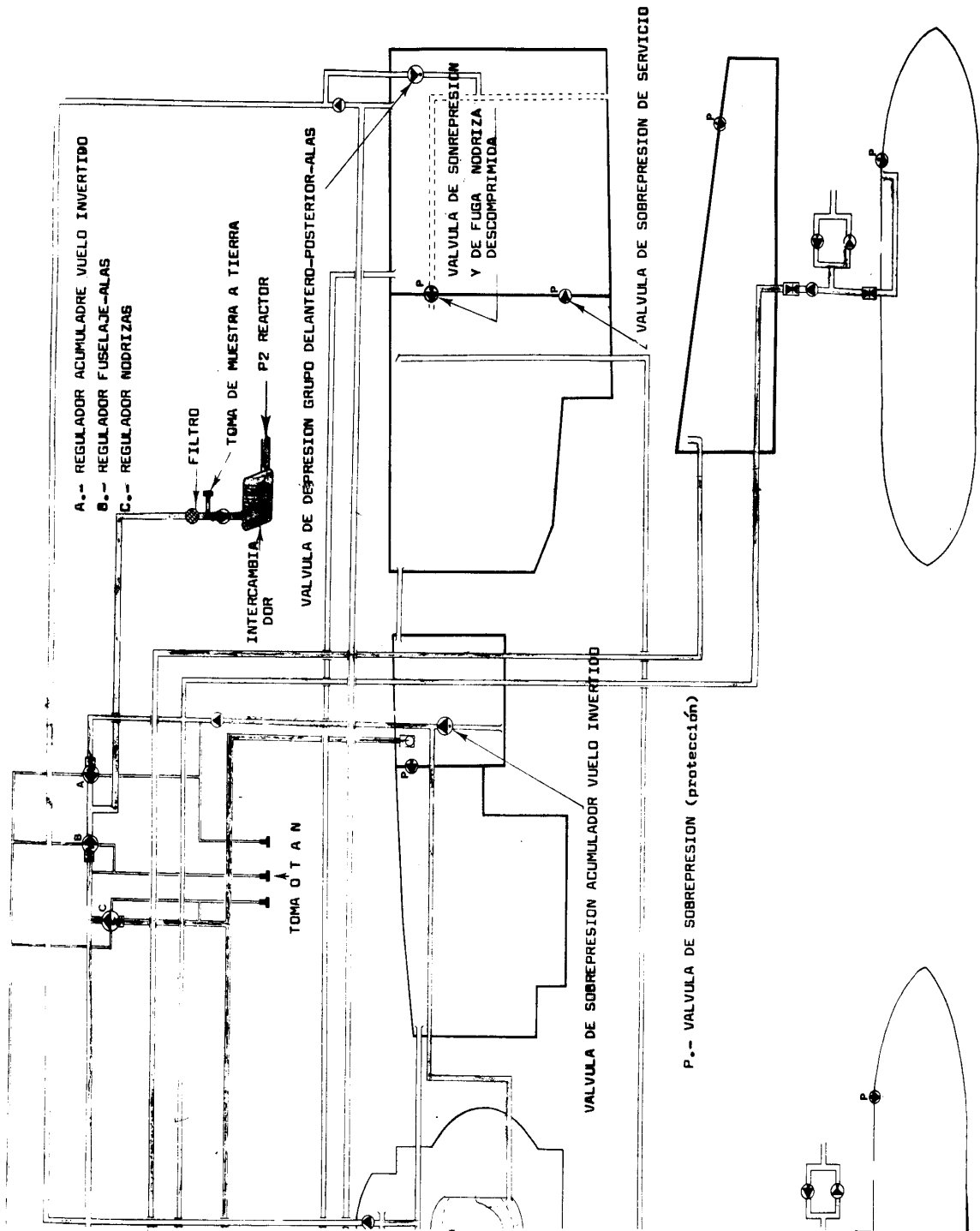


Figura 1.27 (B) Circuito de Presurización

1.7 ALIMENTACIÓN REACTOR FIGURA 1.26 (B)

1.7.1 VUELO NORMAL

La alimentación reactor es asegurada a partir de las nodrizas izquierda y derecha, por bombas centrífugas de Baja Presión puestas en movimiento por un motor eléctrico de corriente alterna.

Estas bombas están montadas en el punto bajo de las nodrizas. Ellas son capaces de liberar una presión de al menos 1,2 bars en el caudal máximo de 66 gls/mm, lo que cubre todas las necesidades del reactor. Un dispositivo eléctrico permite ajustar la tensión de alimentación de una bomba de modo a tener caudales iguales para las dos nodrizas.

Estas bombas alimentan a través de las válvulas anti-retorno una tubería común sobre la cual está conectado:

- El acumulador de vuelo invertido.
- La llave corta-fuego general (Q) figura 1.26 y el transmisor de totalizador (S) figura 1.26.

A la salida del indicador de consumo de la tubería se divide en dos y alimenta:

- El circuito “reactor seco” del reactor.
- El circuito “Post Combustión” del reactor a través de la llave corta-fuego PC (R) figura 1.26.

1.7.1.1 Control de la Presión de las Bombas de Baja Presión.

En caso de caída de presión de una de las dos bombas, unos mano contacto de baja presión (V) figura 1.26 provocan el encendido de una luz correspondiente en el tablero de alarma.

1.7.2 ARRANQUE

Para el arranque, en ausencia de corriente alterna la alimentación de combustible del reactor está asegurada por una bomba de arranque (M) figura 1.26 montada en la nodriza derecha. Esta bomba es puesta en movimiento por un motor eléctrico con corriente continua de 28 V. alimentado por la batería de bordo o por una toma de tierra. Esta bomba se pone en marcha automáticamente en ausencia de corriente alterna por debajo de 2800 RPM y suministra caudal dentro de la tubería de la bomba de Baja Presión derecha.

1.7.3 VUELO A “G” NEGATIVO

En vuelo normal el acumulador de vuelo invertido es mantenido constantemente lleno por la presión de las bombas de Baja Presión. En vuelo a “g” negativo las bombas de Baja Presión (L) figura 1.26 no están cebadas y el acumulador bajo la acción de la presurización restituye el combustible al circuito de alimentación reactor.

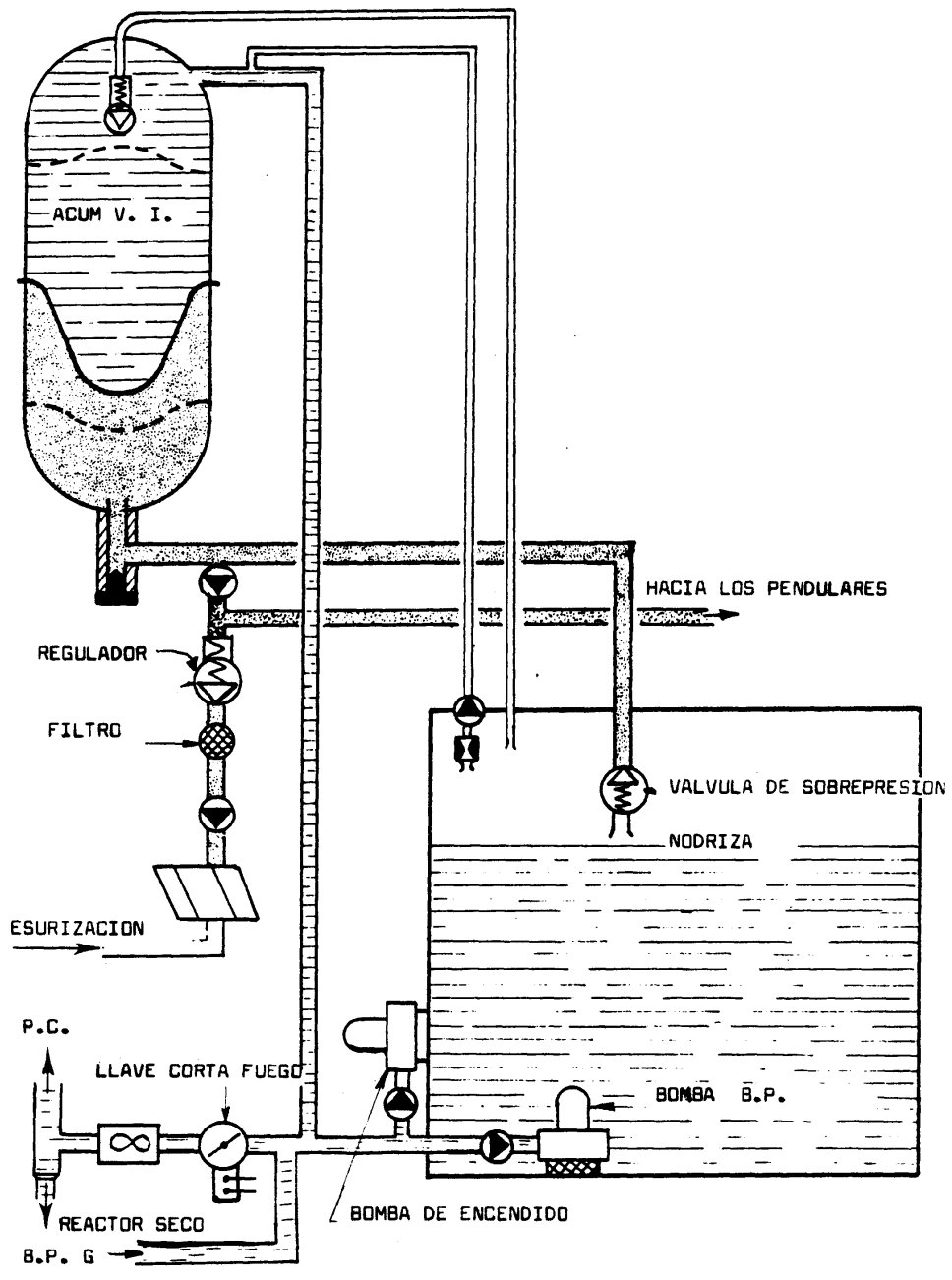


Figura 1.28 Circuito Acumulador de Vuelo Invertido

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Para este proyecto se ha planteado 2 alternativas las mismas que se enuncian a continuación.

Maqueta didáctica del funcionamiento del sistema de alimentación del combustible del avión Mirage F-1 construido a base de elementos reales y tuberías de material transparente que brindan una visualización de modo real.

Maqueta didáctica del funcionamiento del sistema de alimentación del combustible del avión Mirage F-1 construida a base de indicadores luminosos y sistemas secuenciales de encendido que brinda una presentación estética, optima y un entendimiento del sistema a explicar similar al anterior, así tenemos:

- Maqueta construida a base de elementos reales.
- Maqueta construida a base de indicadores luminosos.

2.2 ESTUDIO TÉCNICO.

Un aspecto técnico a considerar es que la maqueta debe ser didáctica es decir brinde al estudiante la capacidad de captar la información que transmite la maqueta y llevarle a un plano práctico.

2.2.1 Primera Alternativa.

La primera alternativa trata sobre la construcción de una maqueta didáctica del funcionamiento del sistema de alimentación del combustible del avión Mirage F-1 construido a base de elementos reales que consta de:

- Válvulas.
- Tubería transparente para el combustible.
- Acrílico de 4 mm.
- Bombas de baja presión.
- Bomba de arranque.
- Fuente de alimentación.
- Distribuidor.

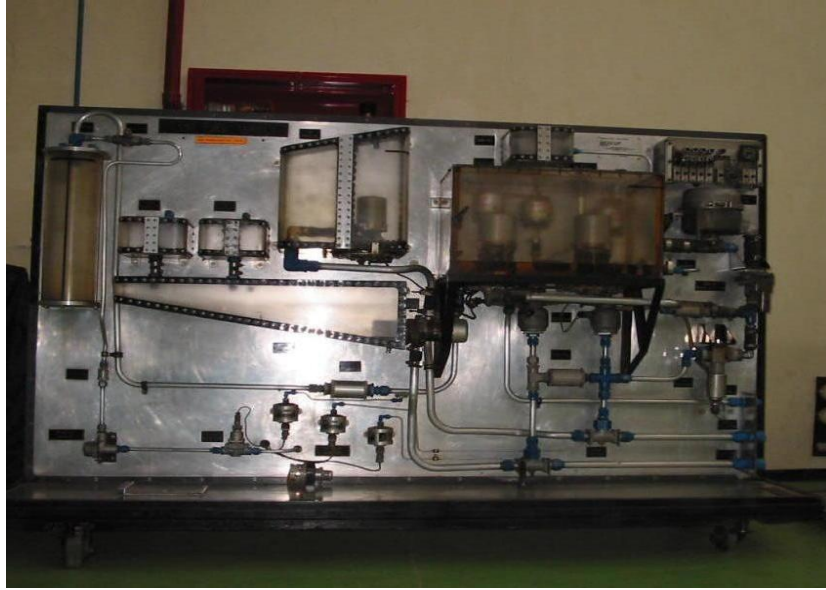


Figura 2.1 Maqueta construida a base de elementos reales

2.2.2 Segunda Alternativa.

La segunda alternativa trata sobre la construcción de una maqueta didáctica del funcionamiento del sistema de alimentación del combustible del avión Mirage F-1 construido a base de indicadores luminosos, se ha encontrado que ofrece niveles didácticos superiores y consta de:

- Acrílico de 4 mm.
- Secuenciadores de iluminación.
- Plano de transferencia de combustible.
- Fuente de alimentación.

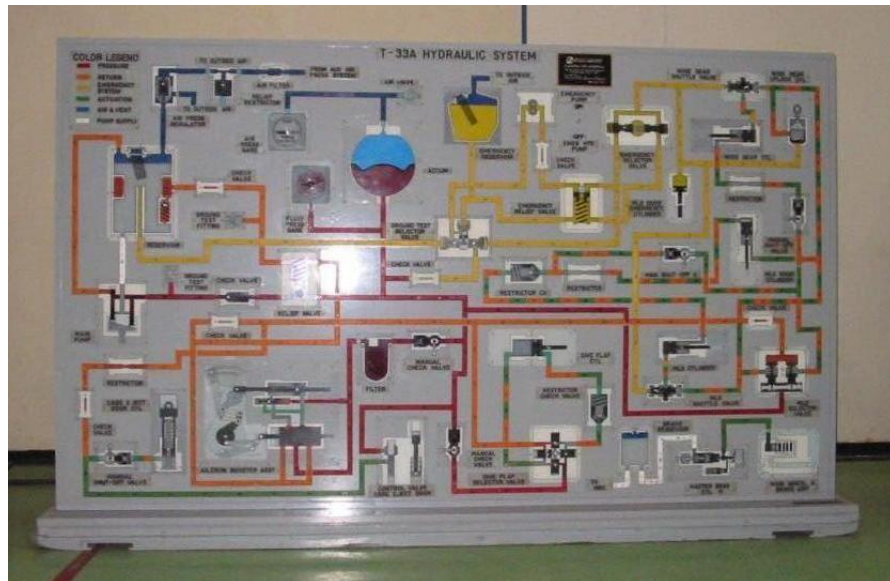


Figura 2.1 Maqueta construida a base de elementos reales

2.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.

En el estudio de factibilidad se debe tomar en cuenta las ventajas y desventajas de cada alternativa para determinar cuál de las alternativas sería la mejor y analizar requerimientos técnicos de la misma.

2.3.1 Primera Alternativa.

Construcción de una maqueta con elementos reales.

Ventajas.

- Consta de elementos reales.
- Mayor operación similar a un sistema real.

Desventajas.

- Costo elevado.
- Dificultad en conseguir los elementos reales.
- Consumo de energía elevado.
- Mayor nivel de ruido.
- Mayor tamaño.

2.3.2 Segunda Alternativa.

Construcción de una maqueta a base de indicadores luminoso.

Ventajas.

- Menor costo.
- Menor consumo de energía.
- Menor nivel de ruido.
- Menor tamaño.
- Nivel didáctico superior, dado que se puede apreciar las vías por donde se simula fluir el combustible, se aprecia de la mejor manera la secuencia del sistema de transferencia del combustible.

Desventajas.

- No se puede apreciar de modo real los componentes del sistema.

2.4 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.

Para elegir la mejor alternativa se tomará muy en cuenta las ventajas y desventajas que presenta cada alternativa y la opción que tenga la mayor calificación será el elegido para ser construido.

Estas alternativas también tendrán un valor entre cero y diez, y aquella que obtenga el valor más alto en su calificación será seleccionada para la construcción.

Los tres factores ha considerar dentro de los parámetros de selección son: Técnico, Económico y Adicional:

Factor Técnico:

- Accesibilidad.
- Seguridad.
- Proceso de Construcción.
- Didáctico.
- Materiales.
- Facilidad de Operación y Control.
- Fiabilidad.
- Mantenimiento.

Factor Económico

- Costo de implementación y operación.
- Costo de fabricación

Factor Adicional

- Tamaño y forma

Cada uno de estos parámetros se los define de la siguiente manera:

- **Accesibilidad.-** Se refiere a los procesos de montaje y desmontaje, así como la facilidad de acceso de sus partes. Tendrá un valor de 8.
- **Seguridad.-** Es necesario para desarrollar prácticas de manera segura y con un buen ambiente de trabajo. Tiene un valor de 6.
- **Proceso de Construcción.-** Es importante contar con un taller bien equipado en cuanto a variedad de herramientas, equipos de computo, taller electrónico. Tiene un valor de 8.
- **Didáctico.-** Se refiere a la capacidad que el equipo brinda al estudiante para entender de una manera rápida el proceso que explica la maqueta. Tiene un valor de 9.

- **Materiales.-** Analiza las características, el tipo de material más adecuado y que sea de fácil adquisición para la construcción de la maqueta. Tiene un valor de 8.

- **Facilidad de Operación y Control.-** Es importante buscar la forma más adecuada para la facilidad, sencillez de operación y control. Tiene un valor de 5.

- **Fiabilidad.-** Las alternativas a elegir deben tener un funcionamiento satisfactorio por lo que es un factor muy importante. Tiene un valor de 8.

- **Mantenimiento.-** La facilidad que se puede adquirir los repuestos en el mercado local para establecer un adecuado funcionamiento para que el equipo cumpla con su objetivo. Tiene un valor 5.

- **Costo de fabricación.-** Es importante elegir el tipo de maqueta más adecuada que se va a construir de acuerdo al tipo de alternativa mas económica. Tiene un valor de 7.

- **Costo de implementación y operación.-** Busca la opción más económica en el consumo de energía durante su operación. Tiene un valor de 4.

- **Tamaño y forma.-** Tanto el tamaño que es el espacio físico que ocupara la maqueta y su forma física y estética. Tiene un valor de 4

Tabla 2.1: Matriz de Evaluación

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	X	ALTERNATIVAS	
		M. REAL	M. LUMINOSA
Accesibilidad	8	5	6
Seguridad	6	4	6
Proceso de Construcción	8	7	6
Materiales	8	4	8
Facilidad de Operación y Control	5	3	5
Didáctico	9	7	9
Fiabilidad	8	7	6
Mantenimiento	8	4	8
Costo de fabricación	7	4	7
Costo de Implementación	4	2	4
Forma y Tamaño	4	3	4

Tabla 2.2: Matriz de Decisión

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS	
	REAL*X	LUMINOSA*X
Accesibilidad	40	48
Seguridad	24	36
Proceso de Construcción	56	48
Materiales	32	64
Facilidad de Operación y Control	15	25
Didáctico	63	81
Fiabilidad	56	48
Mantenimiento	32	64
Costo de fabricación	28	49
Costo de Implementación	8	16
Forma y Tamaño	12	16
TOTAL	366	495

2.5 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Ya realizado el estudio técnico, económico y adicional de las alternativas en base de parámetros de evaluación, se ha decidido que la segunda alternativa es la más adecuada porque presenta las mejores características como su construcción es más económica, ocupa menos espacio y es más didáctico es decir que se puede apreciar las vías por donde se transfiere el combustible.

2.6 DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

El requerimiento más importante es que la maqueta sea pedagógica.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

La construcción del proyecto fue realizado por partes para facilitar la construcción utilizando los mejores recursos y optimizando el tiempo. A continuación se detallan las partes principales de la maqueta:

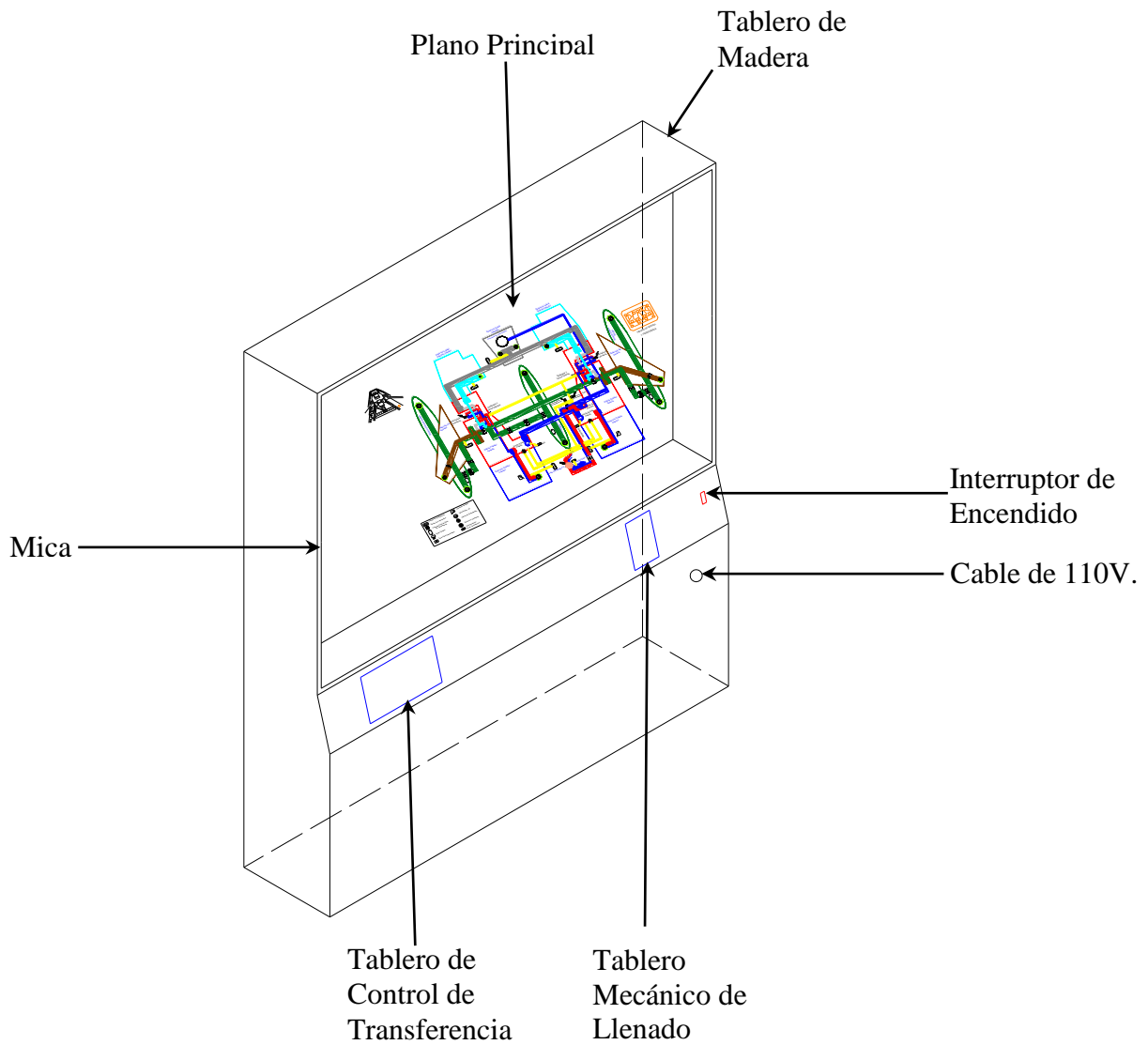


Figura 3.1 Maqueta del Sistema

3.1. Tablero de Madera.

Su presentación se tomó en base a la maqueta del Sistema Eléctrico del Avión K-FIR C2 por ser el más estético, pedagógico y funcional.

Construido con dos planchas triple de 5 líneas, una plancha triple de 6 líneas, se utilizó tornillos triple pato y cola para armar la maqueta, un tablón para los marcos de las puertas, sellador para sellar los poros de la madera y para que se adhiriera la pintura, un juego de garrochas que son las llantas para poder movilizar la maqueta a cualquier lugar, bisagras, topes y tiraderas.



Figura 3.2 Tablero de Madera

Alto: 1m. 71 cm.

Ancho: 1m. 53 cm.

3.2. Acrílico de 4 mm.

Este es un material de menor calidad y menos costo que la mica, es en si el que lleva todas las lámparas indicadoras

Este acrílico viene comercialmente de un tamaño de 1 m * 1,60 m el cuál se procedió a cortar en la carpintería utilizando la sierra circular a 1m * 1,50 m se colocó el plano en borrador en la parte delantera del acrílico se agujeró la mica con una broca de 10 mm. de diámetro de acuerdo a las secuencias de consumo de combustible para ubicar las lámparas luminosas, también se agujeró los filos con el taladro con una broca de 3/16 para ubicarle en el tablero de madera después de la mica.

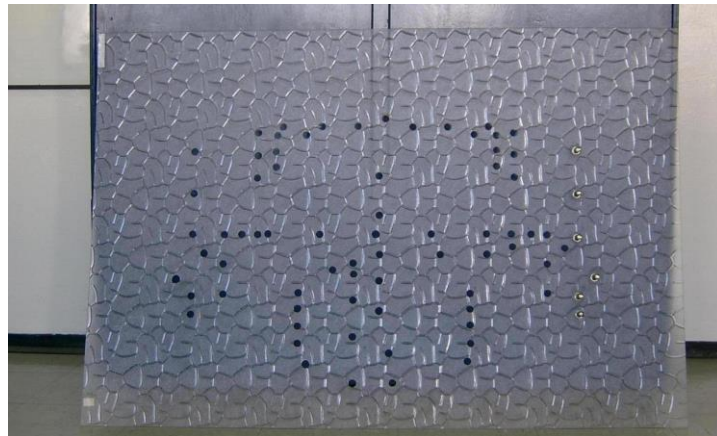


Figura 3.3 Acrílico de 4 mm

Alto: 1m.

Ancho: 1m. 50 cm.

3.3. Plano en Borrador.

En este plano va dibujado la simulación del funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del avión Mirage F-1.

Este plano se encuentra impreso en una hoja tamaño de papel anterior (900.00 x 1520.00mm) y elaborado en Autocad 2004 según el esquema presentado por la Dassault.

La impresión de este plano se encuentra en un solo color, se utiliza para realizar los agujeros en el acrílico.

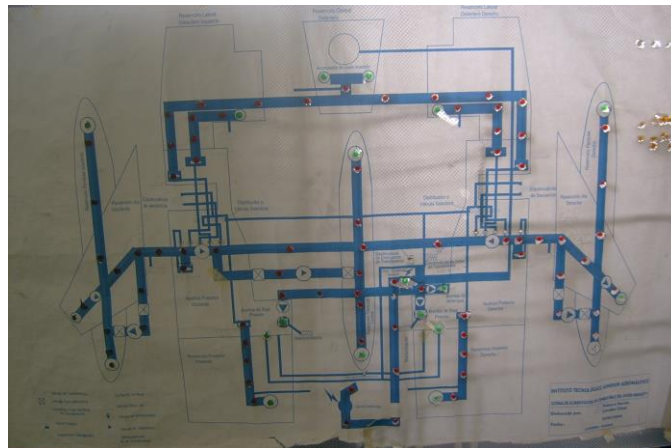


Figura 3.4 Plano en Borrador

3.4. Lámpara Indicadora

Las lámparas indicadoras son de 12 voltios, nos permiten visualizar la alimentación de combustible a los diferentes depósitos del avión Mirage F1.

Se ubica las lámparas indicadoras de acuerdo a los agujeros que se realizaron con la pluma de 10 mm. la cual está sujeta al acrílico con un roscado y tuerca propios del elemento indicador brindando así seguridad puesto que no permite movilizarse las lámparas en el acrílico.

Las lámparas rojas nos indican las secuencias del consumo de combustible, las lámparas verdes nos muestra las válvulas Stop-Air, las lámparas tomates se utilizo solo la carcasa para ubicar leds con una resistencia de 200 Ω .



Figura 3.5 Lámparas Indicadoras

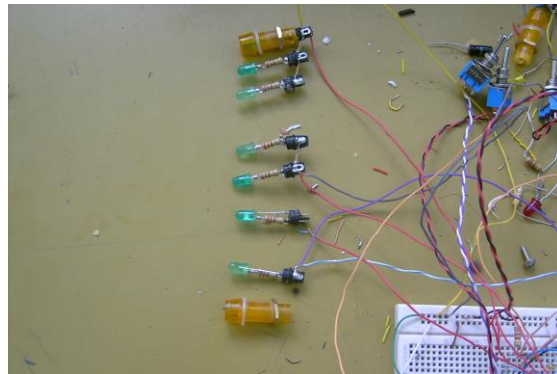


Figura 3.6 Lámparas Indicadoras Con Leds

3.5. Cable # 20 Gemelo Flexible.

Se utilizó para unir los focos de acuerdo a las secuencias de consumo de combustible, el cual fue pegado con estaño en los terminales de cada foco, el cable es un componente de muy baja resistencia se utiliza como conductor es decir para transportar la corriente sin pérdidas apreciables entre dos puntos de un sistema eléctrico.

Se obtuvo un rollo de alambre en rojo y negro y fue cortado de acuerdo a la necesidad que se dio.

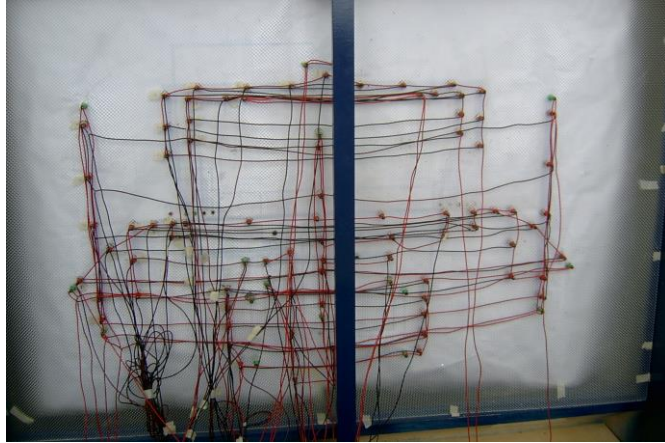


Figura 3.7 Cable # 20 Gemelo Flexible

3.6. Canaletas.

Sirve para acomodar los cables que se encuentran en la maqueta, se utilizó un pedazo de canaleta por cada secuencia.

Estas canaletas vienen de un tamaño de 2 m, se procedió a cortar de acuerdo a la medida que se necesitó para acomodar los cables.

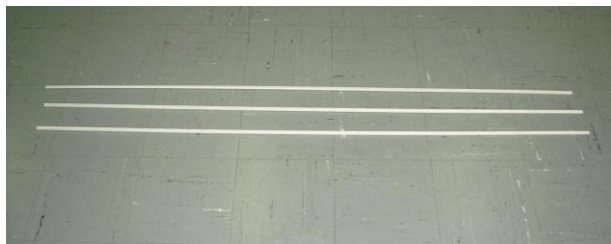


Figura 3.8 Canaletas

3.7. Tableros Serigrafiados.

Se realizó dos tableros con la mica sobrante el primer tablero sirve para controlar las secuencias del consumo de combustible, el segundo tablero sirve para el llenado de

combustible de los tanques los cuales se colocaron en la parte inclinada de la maqueta ajustando con pernos con su respectiva tuerca.

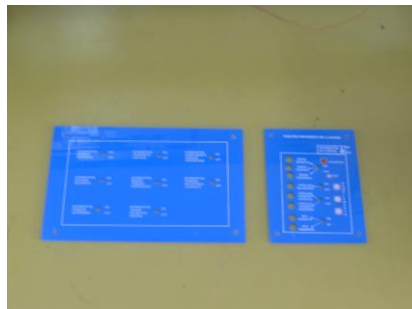


Figura 3.9 Tableros Serigrafiados

3.8. Interruptores.

Se procedió a colocar los interruptores en los tableros serigrafiados en la parte inclinada delantera de la maqueta, se utilizan interruptores de palanca que se detiene en cada una de dos posiciones, abriendo el circuito en una posición y cerrando el circuito en la otra posición, se ubica un interruptor por cada secuencia de consumo de combustible, también encontramos interruptores en el tablero de llenado.



Figura 3.10 Interruptores

3.9. Mica de 4 mm.

Es de un material transparente que da la apariencia de un cristal utilizado especialmente para protección y trabajos decorativos.

Para este caso, se lo utilizó como pantalla para el plano principal, dando protección y estética a la maqueta.

Esta mica viene de un tamaño de 1 m * 1,80 m el cuál se procedió a cortar en la carpintería utilizando la sierra circular a 1m * 1,50 m y se agujeró los filos con el talador y una broca de 3/16 para ubicarle en el tablero de madera.

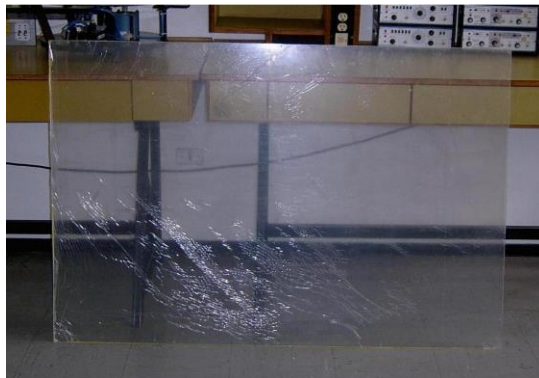


Figura 3.11 Mica de 4 mm

Alto: 1m.

Ancho: 1m. 50 cm.

3.10. Plano Principal.

En este plano va dibujado la simulación del funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del avión Mirage F-1.

Este plano se encuentra impreso en una hoja tamaño de papel anterior (900.00 x 1520.00mm) la impresión se encuentra en colores para visualizar de mejor manera la transferencia, se ocupa estas dimensiones puesto que brinda una excelente presentación en el programa que se realizó este plano es el Autocad 2004.

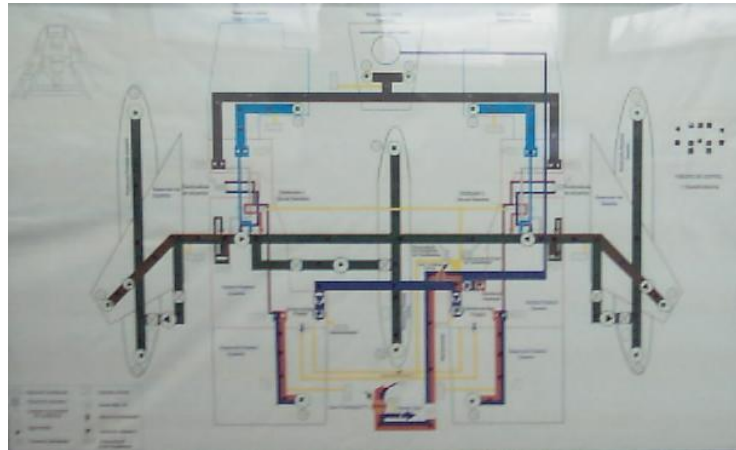


Figura 3.12 Plano Principal

3.11. Placas para las Secuencias del Combustible.

Para la construcción de estas placas se va a detallar los materiales que se utilizaron: circuitos integrados 4017 y circuitos integrados 555, transistores 2N3904, resistencias 220 Ω , 470 Ω , 150 Ω , 1M Ω , condensadores de 1 μ f.

- Resistencias.- Son componentes electrónicos que se encarga de limitar la cantidad de corriente que circula a través de un circuito, físicamente están hechas de carbón o de metal.

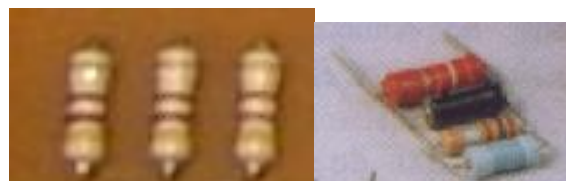


Figura 3.13 Resistencias

- Condensadores.- También llamados capacitores son componentes diseñados para almacenar temporalmente energía eléctrica en forma de voltaje y oponerse a los cambios de voltaje, existen condensadores de aluminio, de tantalio. Cerámicos, de mica, de papel.

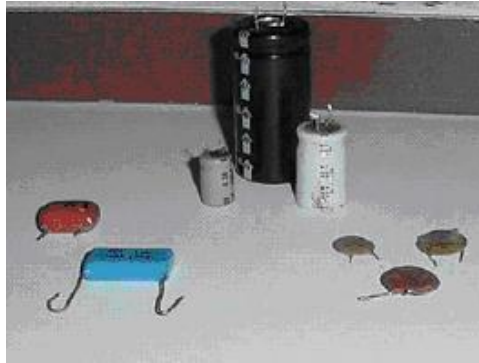


Figura 3.14 Condensadores

- Transistores.- Es un dispositivo semiconductor de tres terminales (emisor, colector y base) que controlan corrientes grandes a partir de corrientes o voltajes pequeños, esta operación se denomina amplificación.



Figura 3.15 Transistores

- Relés.- Es un conmutador eléctrico que permite controlar un dispositivo de gran potencia mediante un dispositivo de potencia mucho menor sometidas a su bobina.

- Conectores.- Sirven para conectar los cables que se encuentran en las borneras hacia las placas.



Figura 3.20 Conectores

- Diodo.- Permite el paso de la corriente eléctrica en un solo sentido y bloquearlo en sentido contrario.



Figura 3.21 Diodos

A continuación se hablará de las placas que se utilizaron en la maqueta:

- La primera placa tiene un circuito contador de 7 salidas porque son siete secuencias de los focos, esta placa indica la transferencia de combustible de la bomba de arranque hacia el reactor.

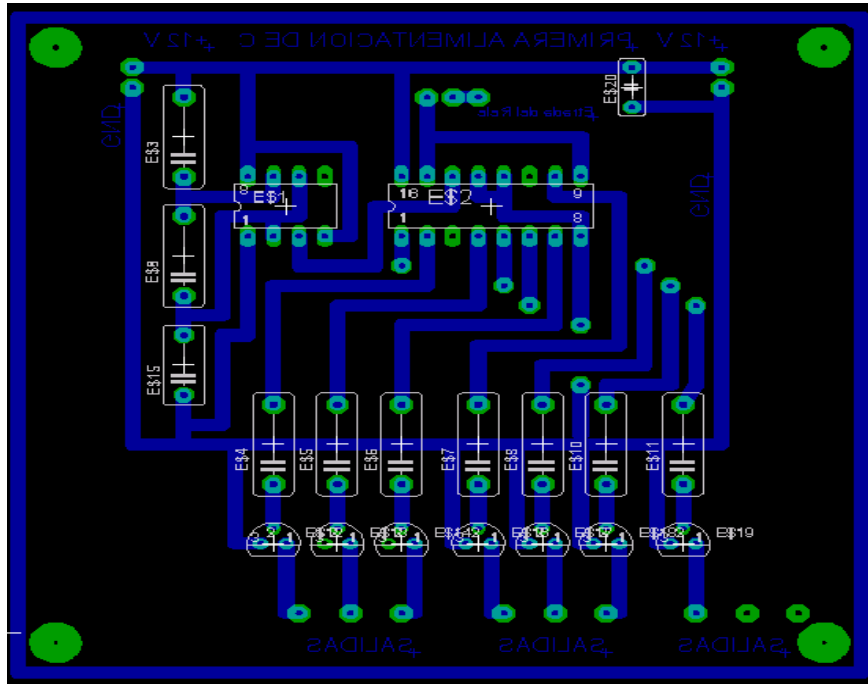


Figura 3.22 Placa de la Alimentación de la Bomba de Arranque

- La segunda placa tiene un circuito contador de 9 salidas porque son nueve secuencias de los focos, esta placa indica la transferencia de combustible de las bombas de baja presión hacia el reactor.

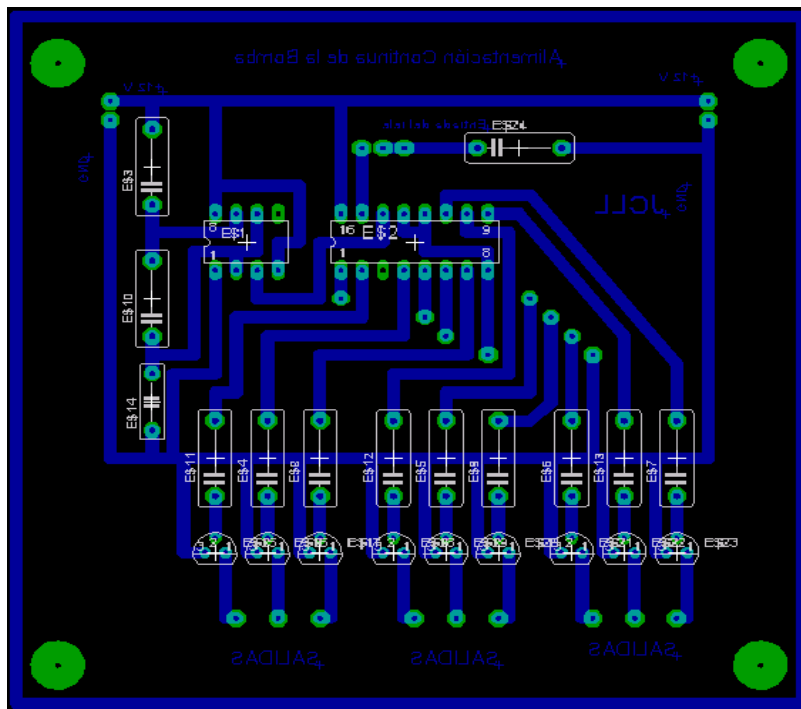


Figura 3.23 Placa de la Alimentación de las Bombas de Baja Presión

- La tercera placa posee un circuito contador de 8 salidas porque son ocho secuencias de los focos, esta placa indica la transferencia de combustible de los tanques exteriores de las alas hacia las nodrizas correspondientes.

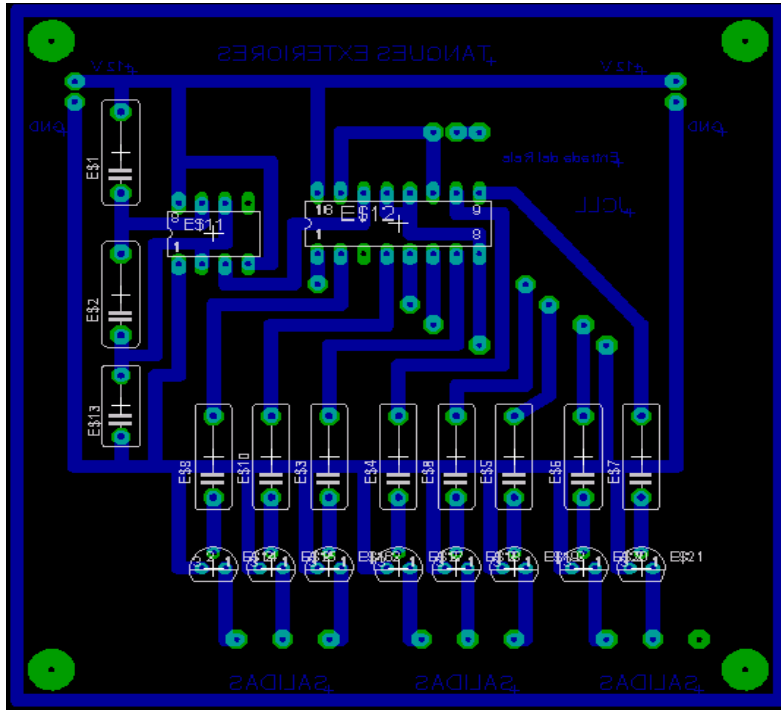


Figura 3.24 Placa de los Tanques Exteriores Laterales

- La cuarta placa tiene un circuito contador de 9 salidas porque son nueve secuencias de los focos, esta placa indica la transferencia de combustible del tanque exterior del fuselaje hacia las nodrizas correspondientes.

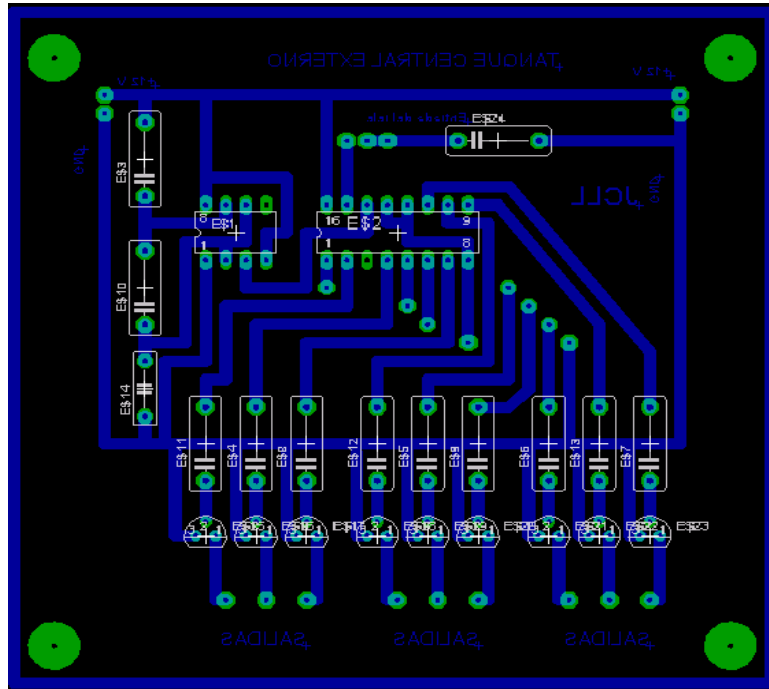


Figura 3.25 Placa del Tanque Exterior Central

- La quinta placa utiliza un circuito contador de 4 salidas porque son cuatro secuencias de los focos, esta placa indica la transferencia de combustible de los tanques de las alas hacia las nodrizas correspondientes.

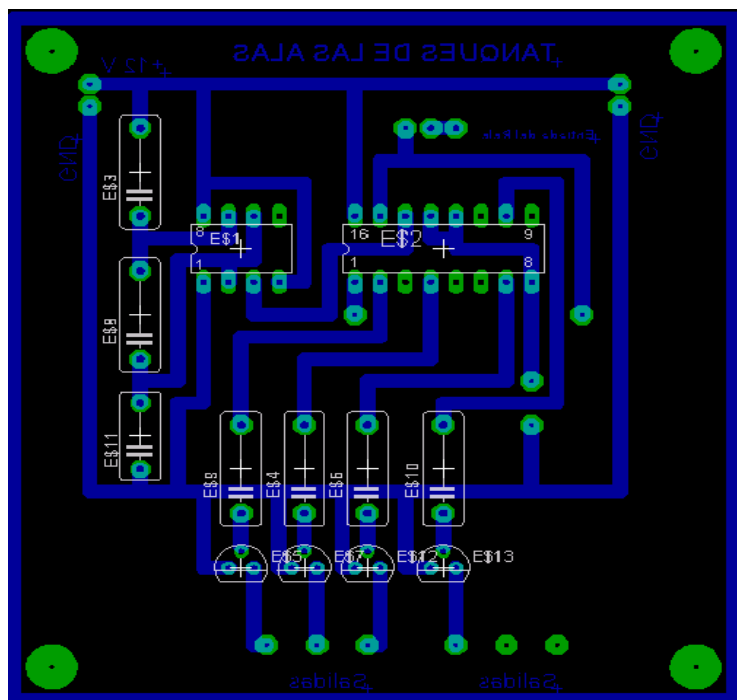


Figura 3.26 Placa de los Tanques de las Alas

- La sexta placa tiene un circuito contador de 3 salidas porque son tres secuencias de los focos, esta placa indica la transferencia de combustible de la mitad de los tanques posteriores hacia las nodrizas correspondientes.

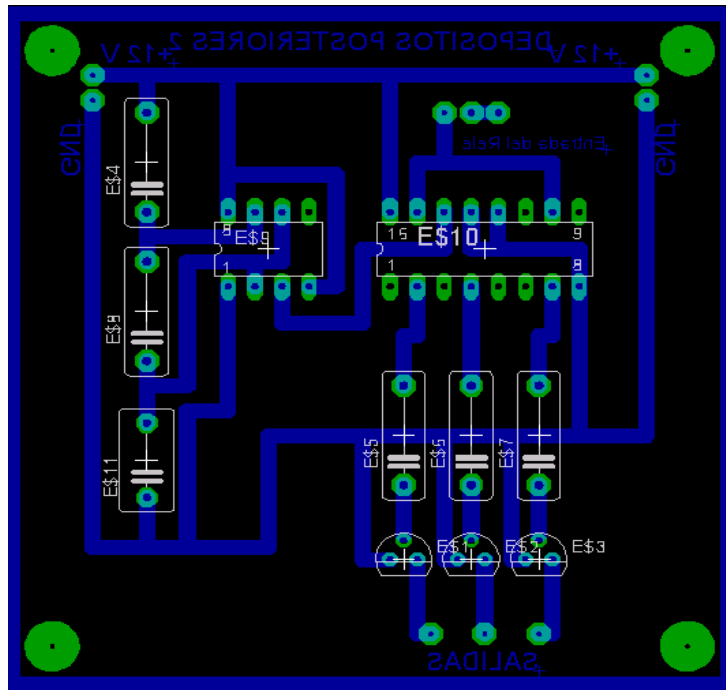


Figura 3.27 Placa de la Mitad de los Tanques Posteriores

- La séptima placa utiliza un circuito contador de 7 salidas porque son siete secuencias de los focos, además esta placa indica la transferencia de combustible del tanque delantero central hacia las nodrizas correspondientes.

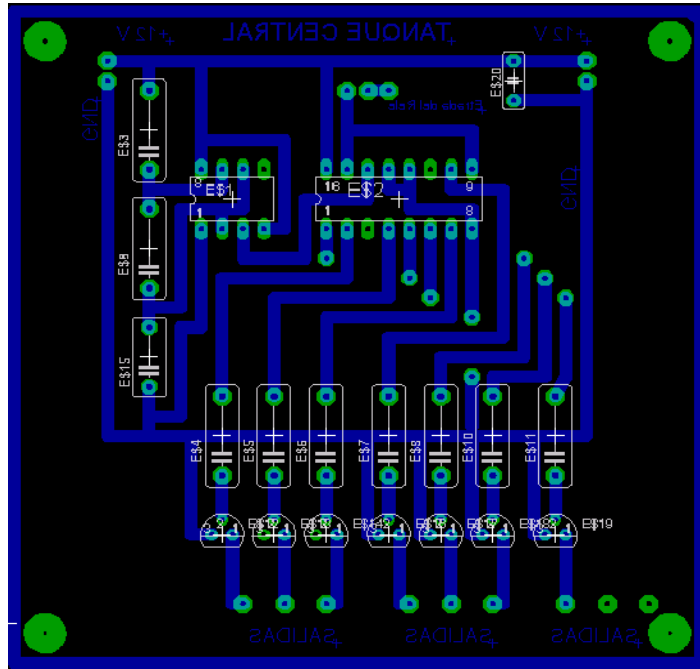


Figura 3.28 Placa del Tanque Delantero Central

- La octava placa se utiliza un circuito contador de 3 salidas porque son tres secuencias de los focos, esta placa indica la transferencia de combustible del complemento de los tanques posteriores hacia las nodrizas correspondientes.

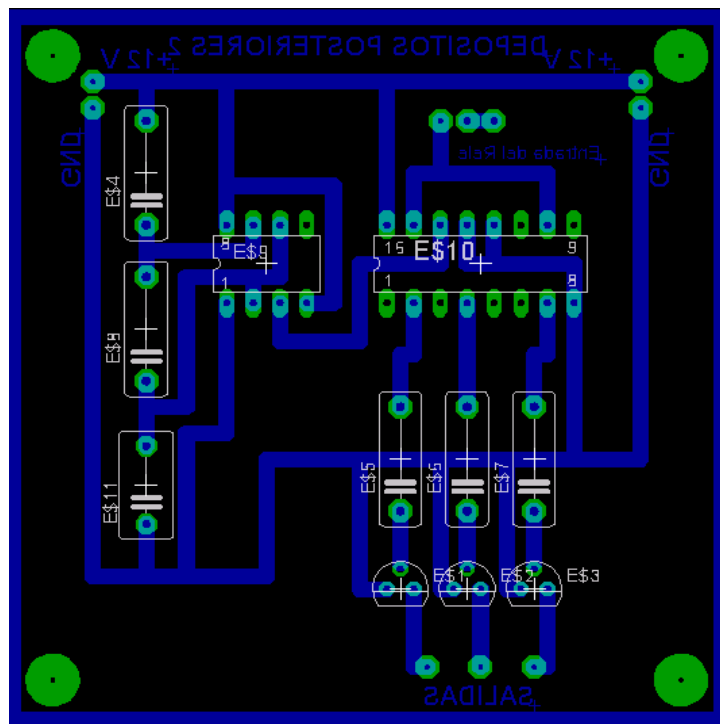


Figura 3.29 Placa del Complemento de los Tanques Posteriores

- La novena placa dispone de un circuito contador de 4 salidas porque son cuatro secuencias de los focos, esta placa indica la transferencia de combustible de los tanques delanteros laterales hacia las nodrizas correspondientes.

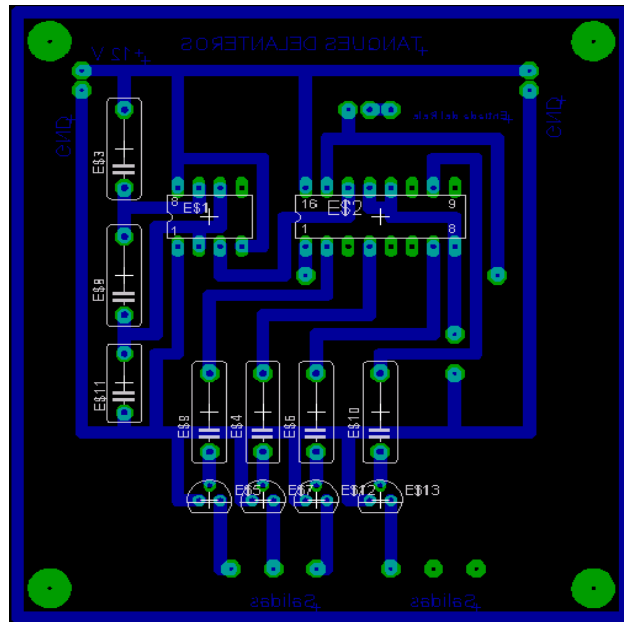


Figura 3.30 Placa de los Tanques Delanteros Laterales

Se realizó una placa de interfase donde llevan los relés de cada secuencia del combustible para ser controlada por la computadora.

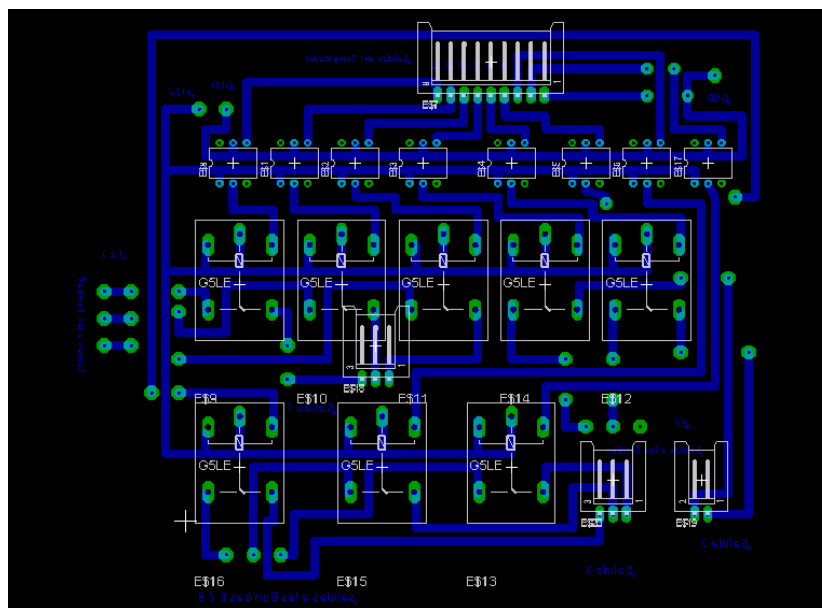


Figura 3.31 Placa de Interfase

Se realizaron dos placas para el sistema de llenado.

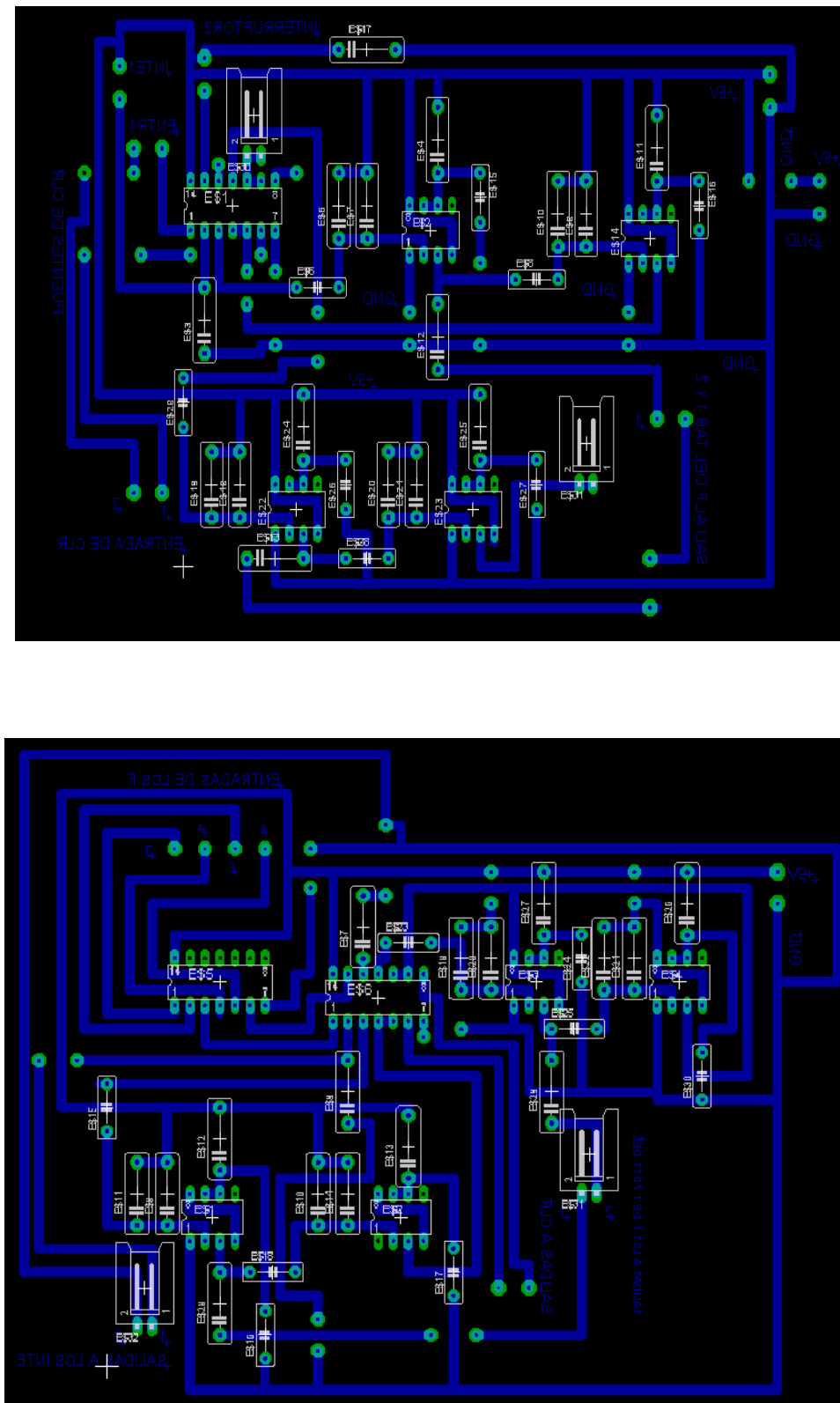


Figura 3.32 Placas del Sistema de llenado

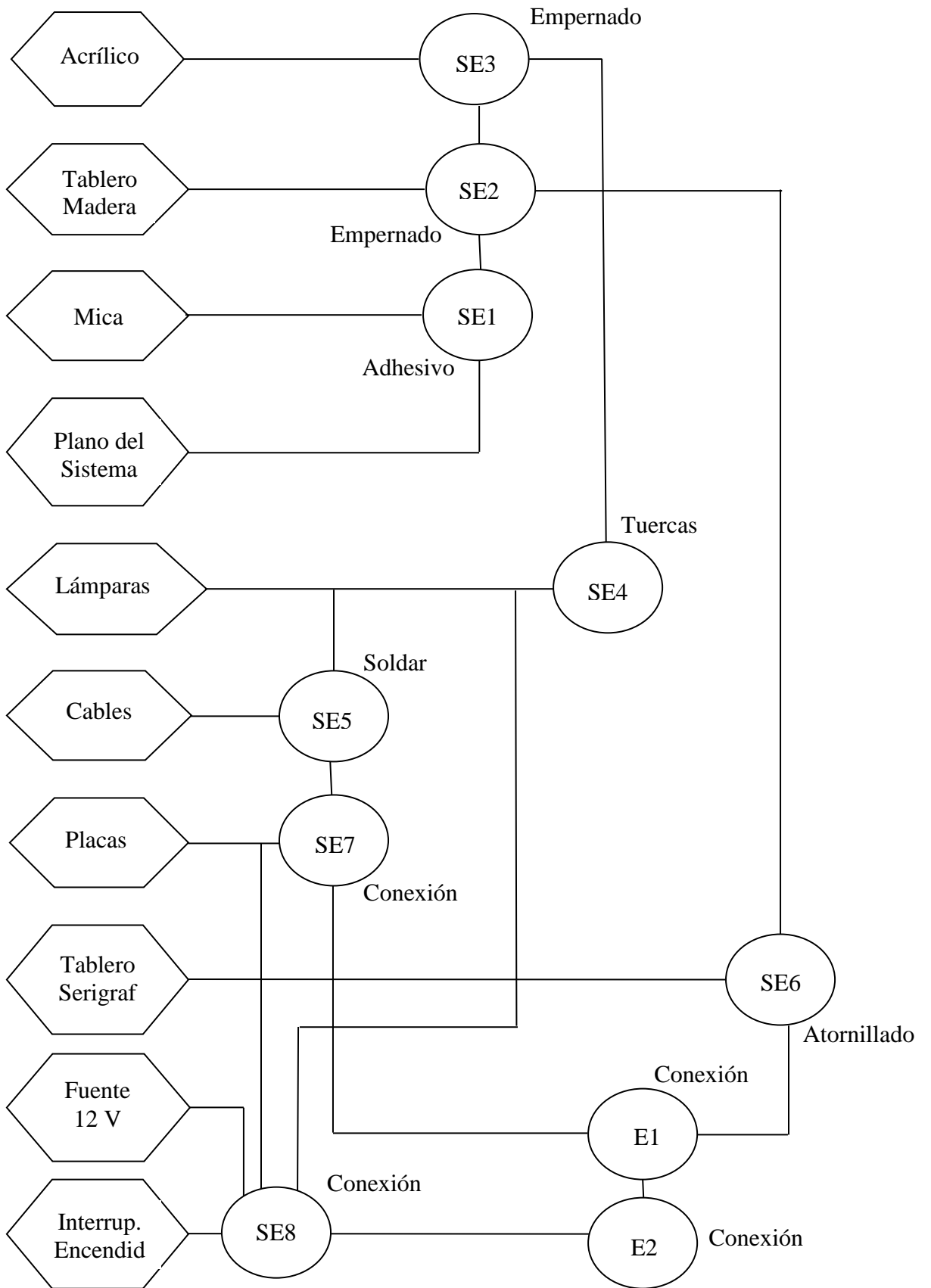
3.12. Borneras.

Estas borneras sirven para evitar el congestionamiento de los cables; conectadas de cada secuencia de combustible y de los cables de 12 Vcc. hacia las borneras, uniendo así las secuencias a las placas y a la fuente de 12Vcc.



Figura 3.33 Borneras

3.13 Diagrama de Ensamble



CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE MANUALES

4.1 Descripción De Manuales


Se elaboran estos manuales para poder tener una buena operación de la maqueta y realizar su respectivo mantenimiento y así evitar daños en la misma.


4.2 Tipos De Manuales

A continuación se da a conocer los manuales que se van a utilizar:

- Manual de Operación.
- Manual de Mantenimiento.

4.3 Manual de Operación


	MANUAL DE OPERACION		Pág. : 1 de 2
	OPERACIÓN DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN MIRAGE F-1		Código: ITSA-MO-MS
	Elaborado por: Alno. Alvarez Alex		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Ing. Trujillo Guillermo	Fecha: 2004-05-17	Fecha: 2004-05-17
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Documentar el procedimiento para la operación de la Maqueta del Sistema de Combustible del Avión Mirage F-1</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Analizar la correcta operación de la Maqueta del Sistema de Combustible del Avión Mirage F-1</p> <p>3. PROCEDIMIENTOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ubicar en una buena posición la maqueta. 2. Conectar el cable de 110-120 V. de la maqueta en un toma corriente de 110 V. 3. Poner el interruptor en encendido para el funcionamiento de la maqueta. 4. Proceder a ubicar los interruptores del tablero mecánico de llenado en ON 5. Ubicar el primer interruptor en ON del tablero de llenado que controla el llenado de los tanques exteriores. 6. Ubicar el segundo interruptor en ON del tablero de llenado que controla el llenado de los tanques delanteros. 7. Ubicar el tercer interruptor en ON del tablero de llenado que controla el llenado de los tanques posteriores. 8. Ubicar el cuarto interruptor en ON del tablero de llenado que controla el llenado de las alas. 9. Proceder a ubicar los interruptores del tablero de secuencias en ON. 			

	MANUAL DE OPERACION		Pág. : 2 de 2
	OPERACIÓN DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN MIRAGE F-1		Código: ITSA-MO-MSC
	Elaborado por: Alno. Alvarez Alex		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Ing. Trujillo Guillermo	Fecha: 2004-05-17	Fecha: 2004-05-17


10. Ubicar el interruptor primera secuencia en ON que controla la transferencia de combustible de la bomba de arranque y luego colocar en OFF.
11. Ubicar el interruptor segunda secuencia en ON que controla la transferencia de combustible de las bombas de baja presión.
12. Ubicar el interruptor tanques exteriores en ON que controla la transferencia de combustible de la bomba de arranque y luego colocar en OFF.
13. Ubicar el interruptor tanques de las alas en ON que controla la transferencia de combustible de las alas y luego colocar en OFF.
14. Ubicar el interruptor medios tanques posteriores en ON que controla la transferencia de combustible de los medios tanques posteriores y luego colocar en OFF.
15. Ubicar el interruptor tanque delantero central en ON que controla transferencia de combustible de los tanques delanteros y luego colocar en OFF.
16. Ubicar el interruptor complemento tanques posteriores en ON que controla la transferencia de combustible de los tanques posteriores y luego colocar en OFF.
17. Ubicar el interruptor tanques delanteros laterales en ON que controla la transferencia de combustible de los tanques delanteros laterales y luego colocar en OFF.
18. Ubicar el interruptor tanques delanteros laterales en ON que controla la transferencia de combustible de los tanques delanteros laterales y luego colocar en OFF.
19. Ubicar el interruptor segunda secuencia en OFF.
20. Ubicar los interruptores del tablero de llenado en OFF.
21. Poner el interruptor de encendido en OFF.
22. Desconectar el cable de 110 V. de la toma de corriente.

4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

4.4 Manual de Mantenimiento

	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. : 1 de 1
	MANTENIMIENTO DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN MIRAGE F-1		Código: ITSA-MM-MS
	Elaborado por: Alno. Alvarez Alex		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Ing. Trujillo Guillermo	Fecha: 2004-05-17	Fecha: 2004-05-17
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Documentar el procedimiento para el mantenimiento de la Maqueta del Sistema de Combustible del Avión Mirage F-1</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Analizar el correcto mantenimiento de la Maqueta del Sistema de Combustible del Avión Mirage F-1</p> <p>3. PROCEDIMIENTOS</p> <ol style="list-style-type: none">1. Semanalmente hacer una limpieza general de la maqueta2. Realizar un mantenimiento de las placas cada seis meses.3. Revisar los focos y los interruptores que se encuentren en buen estado.4. En caso de estar en mal estado los interruptores y los focos cambiarlos por otros nuevos.5. Para su operación se debe ubicar en un lugar fresco y seco ya que por tener elementos eléctricos, electrónicos puede haber un cortocircuito si se moja. <p>4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____</p>			

4.4 Pruebas de Funcionamiento

	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO		Pág. : 1 de 1
	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO PARA LA OPERACIÓN DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN MIRAGE F-1		Código: ITSA-PF-MSC
	Elaborado por: Alno. Alvarez Alex		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Ing. Trujillo Guillermo	Fecha: 2004-05-17	Fecha: 2004-05-17
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Realizar las pruebas de funcionamiento para la operación de la Maqueta del Sistema de Combustible del Avión Mirage F-1</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Analizar el correcto funcionamiento de la Maqueta del Sistema de Combustible del Avión Mirage F-1</p> <p>3. PROCEDIMIENTOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El cable de 110V. al conectar a la toma corriente habilita la maqueta. 2. El interruptor de encendido prende la maqueta para su utilización y también. apaga la misma. 3. El tablero mecánico de llenado simula el circuito de llenado de los tanques del avión. 4. El tablero de secuencias simula la transferencia de combustible de la bomba de arranque, de las bombas de baja presión y de los tanques 5. El plano principal está de colores para diferenciar la transferencia de combustible de los diferentes tanques. <p>4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____</p>			

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se detallará el costo de construcción de la maqueta didáctica del funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del avión Mirage F-1.

5.1 PRESUPUESTO.

Antes de realizar este proyecto se hizo un presupuesto estimado, valorado en \$ 500.

5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

En la construcción de este proyecto se ha considerado 2 factores económicos muy importantes como son los siguientes:

1. Materiales.
2. Mano de obra.
3. Otros.

1. Materiales.- Este factor comprende todos aquellos materiales requeridos y utilizados para la construcción de la maqueta didáctica del funcionamiento del sistema de alimentación de combustible del avión Mirage F-1.

Tabla 5.1: Lista de materiales del proyecto.

MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN PROYECTO	
Detalle	Valor USD
Acrílico	22
Focos	56
Interruptores	6
Alambre	10
Mica	70
Serigrafiado	20
Plano Borradores	20
Plano Principal	30
TOTAL DE MATERIALES	234

2. **Mano de Obra.-** En lo que se refiere a mano de obra comprende la construcción del tablero de madera, pintura.

Tabla 5.2: Mano de Obra.

MANO DE OBRA	
Detalle	Valor USD
Construcción del tablero de madera	100
Pintura	30
TOTAL DE MANO DE OBRA	130

3. **Otros.-** En este punto comprende el alquiler de Internet, gastos de transportes, impresión, diskets, etc.

Tabla 5.3: Costo de Otros Gastos.

COSTO DE OTROS GASTOS	
Detalle	Valor USD
Otros	50
TOTAL DE OTROS GASTOS	50

Tabla 5.4: Costo Total del Proyecto.

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
Detalle	Valor USD
Materiales	234
Mano de Obra	130
Otros	50
Total del Proyecto	414

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

- La maqueta al someterla a pruebas de funcionamiento, cumplió con las expectativas creadas al inicio de este proyecto.
- La selección de la propuesta, se sustenta en el hecho de que las funciones que cumple la maqueta son equivalentes a las presentadas por el modelo de simulación real, pero a menor costo.
- La utilización didáctica de esta maqueta permitirá familiarizarse con sistemas operativos vigentes en la F.A.E.
- La implementación del presente trabajo observando las características de diseño y funcionamiento, la convierte en una importante herramienta de apoyo didáctico e información práctica de los alumnos de las carreras técnicas del I.T.S.A.

6.2 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda al personal Aerotécnico y docente que trabaja en los hangares militares facilitar información del sistema de combustible del avión Mirage F-1 para que los estudiantes tengan conocimiento sobre este tema.

- Se debe dar uso de esta maqueta didáctica en las clases de Sistemas de Combustible para que los estudiantes tengan una manera de visualizar como es la transferencia de combustible del avión Mirage F-1.
- Su ubicación debe ser en un lugar seguro y seco para evitar que se dañe o se produzca algún cortocircuito en la maqueta.
- Para su operación debe seguir los manuales de operación de la maqueta.
- Debe realizarse el debido mantenimiento con su respectivo manual de procedimiento.
- Debe conectarse en una toma de corriente de 110V, porque si no se lo hace puede causar una sobrecarga y quemarse todos los elementos electrónicos.
- Después de haber operado la maqueta debe desconectarse el cable de 110V. de la toma de corriente para evitar algún accidente.

BIBLIOGRAFÍA

- Manual del Circuito de Combustible del Avión Mirage F-1.
- Orden Técnica del Sistema de Combustible del Avión Mirage F-1.
- http://www.antiperuano.8k.com/avión_ecuador_mirage.htm.
- <http://www.terra.es/personal/langue/flp.htm>.
- <http://www.europa1939.com/aviones/cazas/rafale.htm>.
- Curso Práctico de Electrónica Moderna (CEKIT).
- Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky. Fundamentos de Electricidad
- http://www.solo_mantenimiento.com/m_transistores.htm.
- <http://www.monografias.com/trabajos/compoletropas.htm>.

A

N

E

X

O

S

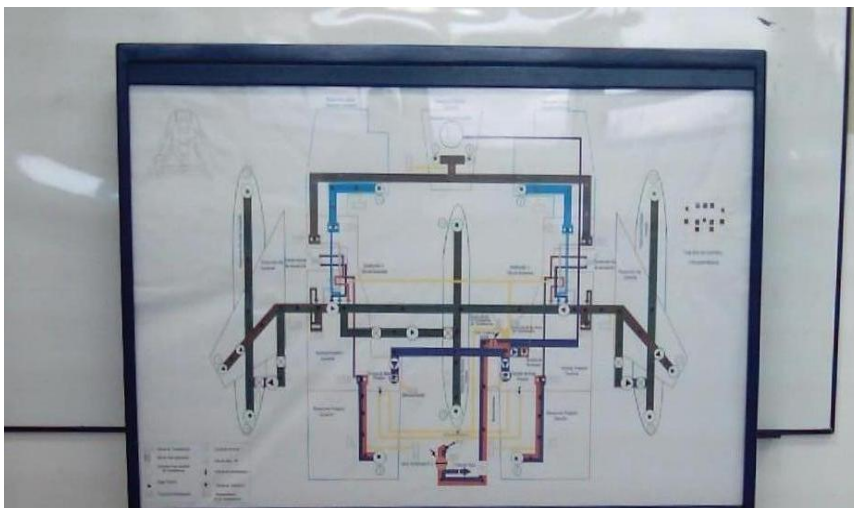
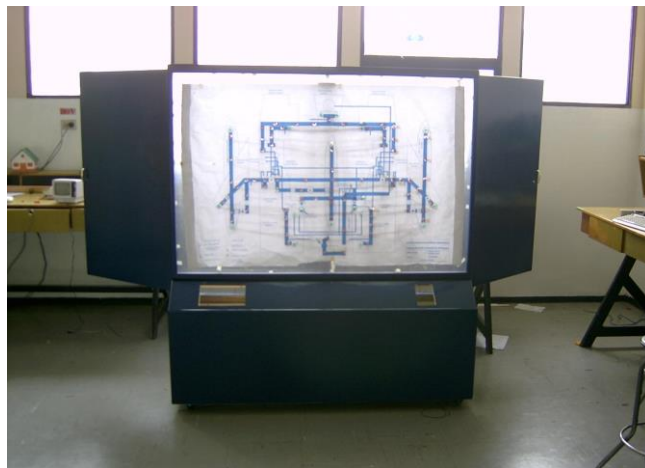
ANEXO A

CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE MADERA



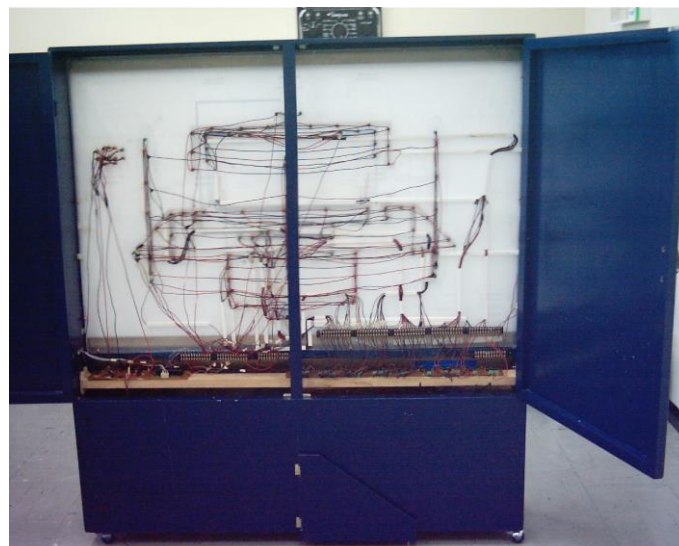
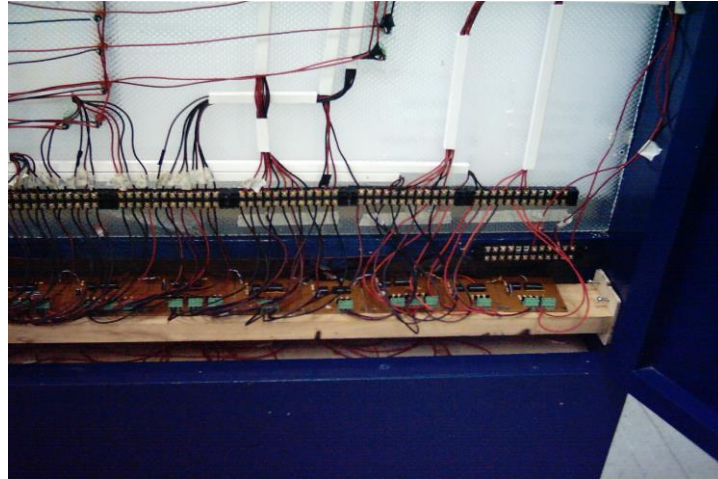
ANEXO B

UBICACIÓN DEL ACRÍLICO LA MICA Y EL PLANO



ANEXO C

UBICACIÓN DE LAS BORNERAS

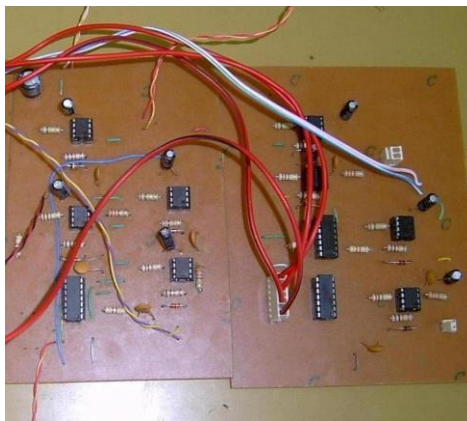


ANEXO D

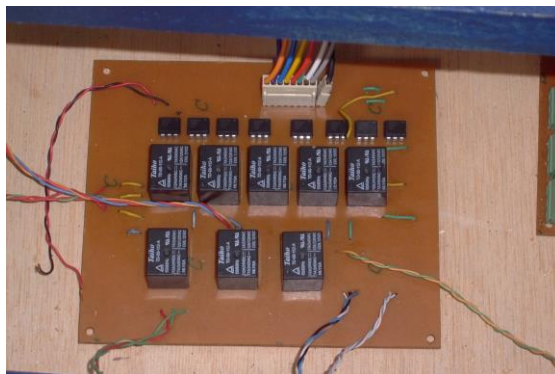
PLACAS PARA LAS SECUENCIAS DEL COMBUSTIBLE



PLACAS DEL SISTEMA DE LLENADO



PLACA DE INTERFASE



ANEXO E

UBICACIÓN DE LOS TABLEROS SERIGRAFIADOS



MAQUETA TERMINADA

