

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA AVIÓNICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS  
PARA EL CHEQUEO DEL FUNCIONAMIENTO DEL FLUJÓMETRO  
DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T-34C-1”.**

**ALUMNO:**

**DIEGO FERNANDO BONILLA YUCAILLA**

**PROYECTO DE GRADO COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN AVIÓNICA**

**2008**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. DIEGO FERNANDO BONILLA YUCAILLA, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN AVIÓNICA.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cristobal Medina', is written over a horizontal dotted line.

**TLGO. CRISTOBAL MEDINA**

**SGOP. TEC. AVC.**

**DIRECTOR DE PROYECTO DE GRADO**

Latacunga, octubre del 2008

## **DEDICATORIA**

Este proyecto lo dedico a Dios, a mis padres y a toda mi familia, que fueron mi apoyo, guía y el motivo principal para alcanzar a formar el ser humano y profesional que hoy lo soy.

**Diego Fernando Bonilla Yucailla.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme dado salud, paciencia, inteligencia y motivación para culminar mis estudios superiores.

A mis padres que estuvieron apoyándome durante estos tres años de estudio, quienes me brindaron su apoyo incondicional a la distancia, amigos y familiares.

Y por supuesto agradezco al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), y a todos los docentes.

**Diego Fernando Bonilla Yucailla.**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Página</b>
Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de Contenidos.....	V
Listado de Tablas.....	X
Listado de Figuras.....	XI
Listado de Anexos.....	XIII
Planteamiento del Problema.....	XIV
Tema.....	XIV
Justificación.....	XIV
Alcance.....	XV
Objetivos.....	XV
Objetivo General.....	XV
Objetivos Específicos.....	XV

2.2	Diseño del Circuito Eléctrico del Banco de Pruebas.....	24
2.3.	Implementación del Circuito de Cañerías del Banco de Pruebas.....	30
2.3.1.	Cañerías para el Banco de Pruebas.....	30
2.3.2.	Válvulas Seleccionas para el circuito de flujo de combustible... ..	30
2.4.	Diagrama Esquemático del Sistema de Cañerías del Banco de Pruebas.....	32
2.5.	Ubicación de las Cañerías y válvulas del Banco de Pruebas.....	34
2.6.	Diseño de la Estructura del Banco de Pruebas.....	36
2.7.	Herramientas Requeridas para la Construcción del Banco de Pruebas.....	38

### **CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS**

3.1.	Construcción de la Estructura del Banco de Pruebas.....	40
3.1.1.	Corte Metálico.....	40
3.1.2.	Armado de la Estructura.....	40
3.1.3.	Aberturas en la Estructura del Banco.....	41
3.1.4.	Pintura de la Estructura.....	41
3.1.5.	Corte e instalación de las cañerías.....	42
3.1.6	Recomendaciones Técnicas tomadas en cuenta en la construcción de la estructura del Banco de Pruebas.....	43

2.2	Diseño del Circuito Eléctrico del Banco de Pruebas.....	24
2.3.	Implementación del Circuito de Cañerías del Banco de Pruebas.....	30
2.3.1.	Cañerías para el Banco de Pruebas.....	30
2.3.2.	Válvulas Seleccionas para el circuito de flujo de combustible... ..	30
2.4.	Diagrama Esquemático del Sistema de Cañerías del Banco de Pruebas.....	32
2.5.	Ubicación de las Cañerías y válvulas del Banco de Pruebas.....	34
2.6.	Diseño de la Estructura del Banco de Pruebas.....	36
2.7.	Herramientas Requeridas para la Construcción del Banco de Pruebas.....	38

### **CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS**

3.1.	Construcción de la Estructura del Banco de Pruebas.....	40
3.1.1.	Corte Metálico.....	40
3.1.2.	Armado de la Estructura.....	40
3.1.3.	Aberturas en la Estructura del Banco.....	41
3.1.4.	Pintura de la Estructura.....	41
3.1.5.	Corte e instalación de las cañerías.....	42
3.1.6	Recomendaciones Técnicas tomadas en cuenta en la construcción de la estructura del Banco de Pruebas.....	43

3.2. Construcción del Sistema Eléctrico del Banco de Pruebas.....	43
3.2.1. Diagrama de distribución del cableado y elementos del Banco de Pruebas.....	43
3.2.2. Medición y corte de los conductores.....	45
3.2.3. Marcación de los conductores.....	45
3.2.4. Amado del Arnés Eléctrico.....	46
3.2.5. Recomendaciones Técnicas tomadas en cuenta en el amado del Arnés Eléctrico.....	47
3.3. Instalación del arnés y elementos en la estructura física del Banco de Pruebas.....	48
3.3.1. Rotulación del Banco Comprobador.....	49
3.3.2. Recomendaciones Técnicas tomadas en cuenta para la instalación de los elementos en el Banco de Pruebas.....	50
3.4. Nomenclatura del Banco de Pruebas.....	51
3.5. Instrumentos y Herramientas requeridas para realizar las pruebas operacionales en el Banco de Pruebas.....	53
3.5.1. Pasos previos realizados en el chequeo del funcionamiento del Flujómetro en el Banco de Pruebas.....	54
3.5.2. Recomendaciones Técnicas tomadas en cuenta para realizar las pruebas operacionales.....	56

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS**

4.1. Material Empleado para la Construcción de la Estructura del Banco...	58
4.2. Material Eléctrico.....	60
4.3. Material de Oficina y Uso de Equipos Informáticos.....	61
4.4. Valor Total del Banco de Pruebas.....	62

## **CAPÍTULO V: PROCEDIMIENTO PARA LA VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL FLUJÓMETRO**

Instalación del Fluómetro en el Banco de Pruebas para realizar el chequeo del Funcionamiento.....	63
---	----

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1. Conclusiones.....	67
6.2. Recomendaciones.....	68
Bibliografía.....	70
Glosario de Términos.....	71
Terminología.....	73
Anexos.....	74

## LISTADO DE TABLAS

### CAPÍTULO I

Tabla 1.1. Particularidades Principales del Fluómetro 9133-25B1.....	12
--	----

### CAPÍTULO II

Tabla 2.1 Valores de los conductores del arnés eléctrico del Banco de Pruebas.....	25
Tabla 2.2 Lista de Elementos Eléctricos del Banco de Pruebas.....	29
Tabla 2.3 Lista de Elementos Mecánicos del Banco de Pruebas.....	35
Tabla 2.4 Herramientas Requeridas para la Construcción del Banco de Pruebas.....	38

### CAPÍTULO III

Tabla 3.1 Lista de Instrumentos y Herramientas para el chequeo del funcionamiento del Banco de Pruebas.....	53
Tabla 3.1 Voltajes de Referencia.....	55

### CAPÍTULO IV

Tabla 4.1 Material Empleado para la Construcción de la estructura.	59
--	----

cañerías y válvulas del banco de pruebas.....	
Tabla 4.2 Material Eléctrico.....	60
Tabla 4.3 Material de Oficina y Uso de Equipos Informáticos.....	61
Tabla 4.4 Valor total del Banco de Pruebas.....	62

## CAPÍTULO V

Tabla 51. Voltajes de Referencia.....	59
Tabla 52. Caza Fallas.....	63

## LISTADO DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura 1.1 Diagrama en Bloques del Sistema de Combustible del Avión T-34C-1.....	7
Figura 1.2 Sistema de Combustible del Avión T-34C-1.....	9
Figura 1.3 Transmisor (A) e Indicador (B) de Flujo de combustible.....	10
Figura 1.4 Veleta.....	13
Figura 1.5 Eje de la Veleta.....	13
Figura 1.6 Conjunto Magnético.....	14
Figura 1.7 Motor Sincro.....	14
Figura 1.8 Muelle de Control Calibrado.....	15

Figura 1.9 Cámara de Amortiguación.....	16
Figura 1.10 Orificio de Purga.....	16
Figura 1.11 Indicador de Fuel Flow.....	17
Figura 1.12 Diagrama en Bloques del Flujómetro Bendix 9133-25B1.....	18
Figura 1.13 Conjunto Medidor del Flujómetro.....	18
Figura 1.14 Inversor Estático.....	20

## CAPÍTULO II

Figura 2.1 Diagrama en Bloques del Banco de Pruebas.....	23
Figura 2.2 Tabla de Conductores.....	24
Figura 2.3 Diagrama Eléctrico del Banco de Pruebas.....	26
Figura 2.4 Diagrama Esquemático del sistema de cañerías del Banco de Pruebas.....	33
Figura 2.5 Diagrama de la distribución del sistema de cañerías del Banco de Pruebas.....	34
Figura 2.6 Estructura del Banco de Pruebas.....	37

## CAPÍTULO III

Figura 3.1 Estructura del Banco de Pruebas.....	41
Figura 3.2 Pintura de Banco de Pruebas.....	42
Figura 3.3 Diagrama de distribución del cableado y elementos del Banco	

de Pruebas.....	44
Figura 3.4 Marcación del Cable.....	46
Figura 3.5 Armado del Arnés Eléctrico del Banco de Pruebas.....	47
Figura 3.6 Instalación de Elementos en el Banco de Pruebas.....	49
Figura 3.7 Rotulación del Banco de Pruebas.....	50
Figura 3.8 Funciones del Banco de Pruebas.....	51

### **LISTADO DE ANEXOS**

Anexo A: Especificaciones y Diagrama Eléctrico del Inversor.....	75
Anexo B: Fuente Variable de Alimentación.....	77

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad el Centro de Investigación y desarrollo de la DIAF (CIDDIAF), está realizando el programa de modernización de la flota de aviones T-34C-1. El programa realiza el chequeo y mantenimiento de los flujómetros, puesto que este trabajo se realiza únicamente en el exterior teniendo este un costo que varía desde los \$800 a \$1000 más el costo de envío de dicho instrumento, además el tiempo que demoran en regresar los instrumentos para ser instalados en el avión es de 4 a 6 meses aproximadamente en tal virtud se ha visto la necesidad de diseñar e implementar un banco de pruebas para realizar el chequeo del funcionamiento del flujómetro de combustible del avión T-34C-1.

## **TEMA**

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DEL FUNCIONAMIENTO DEL FLUJÓMETRO DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T-34C-1".

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido a que el costo del chequeo de los flujómetros se realiza en el exterior y estos son demasiado altos se ha visto la necesidad de diseñar e implementar un banco de pruebas para el chequeo del funcionamiento del flujómetro de combustible del avión T-34C-1 y así permitir que las divisas no salgan al exterior ahorrando tiempo y dinero. Además nos permitirá aplicar y ampliar nuestros conocimientos teóricos-prácticos de los Sistemas Eléctricos del Avión y los adquiridos en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

## **ALCANCE**

A través de la elaboración de un banco de prueba para el chequeo del funcionamiento del flujómetro de combustible del avión T-34C-1 para el laboratorio del CIDDIAF, permitirá al equipo de trabajo del programa de modernización realizar el chequeo del flujómetro del Sistema Eléctrico del Avión para poner a punto el funcionamiento del mismo. Bajo las normas establecidas por el fabricante y siguiendo las Órdenes Técnicas especificadas de la aeronave.

De modo que este proyecto constituye un avance en la actividad realizada por los Técnicos del CIDDIAF, siendo una fuente de apoyo para los futuros Tecnólogos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Diseñar e implementar un banco de prueba para el chequeo del funcionamiento del Flujómetro de Combustible del Avión T-34C-1.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Recopilar información del Sistema Eléctrico del Avión T-34C-1.
- Analizar los diagramas de conexión y funcionamiento del flujómetro.
- Analizar el funcionamiento del flujómetro en la aeronave.
- Realizar pruebas de chequeo y funcionamiento del flujómetro.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Desde los principios de la existencia del hombre, tuvo la curiosidad de volar para lo cual desarrolló sus conocimientos con el pasar del tiempo a través de estudios científicos y el más importante el avance de la tecnología, siendo este último el que está modernizando el mundo actual.

Uno de estos avances tecnológicos fueron las primeras aeronaves que revolucionaron el transporte de esa época, pero no cumplían con todas las expectativas de volar, ni de un apoyo de información de los diferentes sistemas que conforman una aeronave.

El piloto no estaba en la capacidad de conocer la cantidad de combustible necesario para abastecer a su motor y poder llegar a su destino de forma rápida, segura y eficaz ya que carecía de sistemas que le proporcionen esta información.

En los últimos años se ha logrado realizar largos vuelos transatlánticos y transcontinentales, para alcanzar estas grandes distancias la aviación ha evolucionado con el avance de la tecnología la misma que le ha proporcionado diferentes tipos de sistemas que permitieron obtener estas distancias.

Es una necesidad imprescindible para el piloto de contar con un sistema que le permita conocer la cantidad de flujo de combustible que requiere el motor de un avión durante las diferentes etapas de vuelo, a través de instrumentos en el panel de la cabina del piloto.

Entre los diferentes sistemas que se encuentran en una aeronave está el Sistema

de Combustible, el cual permite conocer la cantidad de combustible enviada al motor, medido por un Flujómetro dentro del sistema de combustible.

El Flujómetro mide la cantidad de flujo de combustible que atraviesa por él y transmite a través de una señal eléctrica a un indicador. Este sistema de medición de flujo de combustible será desarrollado en este proyecto de investigación.

## **1.2. GENERALIDADES**

### **1.2.1. Banco de Pruebas**

Un banco de pruebas permite realizar evaluaciones técnicas para comprobación, chequeo y mantenimiento de diferentes equipos o de algún sistema en general. Dependiendo de las necesidades del equipo o el sistema se diseña y construye el banco de pruebas.

### **1.2.2. Sistema de Combustible de una Aeronave.<sup>1</sup>**

El sistema de combustible es el encargado de almacenar el combustible y entregar la cantidad precisa, limpia y a la presión correcta, para satisfacer las exigencias del motor. Debe de proveer un flujo abundante y efectivo de combustible en todas las fases de vuelo, como en el cambio de velocidad, maniobras violentas y repentinas, las aceleraciones y desaceleraciones. Además, el sistema debe estar razonablemente libre de la obstrucción de vapor que pueda resultar por cambios de las condiciones climáticas en tierra o durante el vuelo.

---

<sup>1</sup> <http://pdf.rincondelvago.com/sistemas-combustibles.html>

### 1.2.2.1. Tipos de Sistemas de Combustibles utilizados en el Avión T-34C-1.

- **Por gravedad:** Utilizado en aviones de baja potencia, como su nombre lo indica el combustible fluye por la fuerza de gravedad.
- **Por presión:** Utilizado en aviones de alta potencia donde se requiere que el combustible fluya a una presión específica para el correcto funcionamiento del carburador y/o la unidad de control de combustible.

**NOTA:** En el sistema de combustible del avión T-34C-1 se aplica una combinación de estos dos tipos de sistemas.

### 1.2.2.2. Sistemas de Combustible del Avión T34C-1.

Se dividen en 2 sistemas principales:

- Sistema de Combustible del Avión: comienza desde los depósitos de combustible hasta la bomba eléctrica auxiliar de emergencia, conforman los siguientes componentes:
  - Estanques de Combustible.
  - Bomba eléctrica auxiliar de emergencia (BOOSTER PUMP).
  - Cañerías y mangueras de combustibles.
  - Tanque colector.
  - Indicador de flujo, presión y cantidad de combustible.

- Válvulas de drenaje.
- Corte de emergencia de combustible (válvula shut off).
- Sistema de Combustible del Motor: comienza desde el lugar donde el combustible es estregado por la bomba reforzadora impulsada por el motor, e incluye:
  - Bomba reforzadora impulsada por el motor.
  - Cañerías y mangueras de combustibles.
  - Filtro de combustible.
  - Transmisor de presión de combustible.
  - Transmisor de flujo de combustible (flujómetro).
  - Termo intercambiador de aceite al combustible.
  - Bomba primaria de alta presión impulsada por el motor.
  - Unidad de control de combustible FCU.
  - Divisor de flujo de combustible.
  - 14 Toberas de combustible.

Para el retorno de combustible del sistema, se dispone de un tanque colector, una bomba de barrido, una válvula de purga para el arranque.

### **1.3. DIAGRAMA EN BLOQUES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T-34C-1.**

El diagrama en bloques del Sistema de Combustible del avión T-34C-1 (figura 1.2) está conformado por dos secciones bien específicas la parte eléctrica y la parte mecánica (alimentación de combustible):

Parte Eléctrica:

1. La alimentación del flujómetro es proporcionada por el inversor estático que convierte el voltaje de 28 VCD a 26 VAC 400 Hz procedentes del motor generador o en caso de emergencia de la batería.
2. Transmisor de Flujo de Combustible mide la cantidad de flujo de combustible y transmite a través una señal eléctrica a un indicador.
3. Dos indicadores que muestran la cantidad de combustible (Fuel Flow), en libras por hora que consume el motor, uno en la cabina delantera y cabina trasera.

Alimentación de Combustible:

4. Dos tanques de 40 y 25 galones en cada borde de ataque de ala y paneles alares proveen una capacidad total de combustible de 130 galones – 492 litros. Y un tanque colector de combustible de 1.5 galones en la sección central del fuselaje.
5. Bomba eléctrica auxiliar de emergencia suministra combustible a presión, en caso de que falle la bomba impulsada por el motor.
6. Corte de combustible de emergencia permite la interrupción de combustible

al motor en caso de emergencia.

7. Bomba reforzadora impulsada por el motor suministra combustible a presión, desde el tanque colector de combustible a la entrada de la bomba primaria.
8. Filtro de Combustible se encarga de no permitir el paso de impurezas e incorpora un bypass interno que permite el paso de combustible en caso de que este se bloquee.
9. Bomba Primaria de alta presión provee de combustible a la presión requerida por el motor hacia la unidad de control de combustible (FCU) si esta bomba falla el motor se apagará. La FCU determina el régimen de suministro de combustible al motor para que este provea la potencia requerida que se estableció al seleccionar la posición de la Palanca de Control de Potencia (PCL).

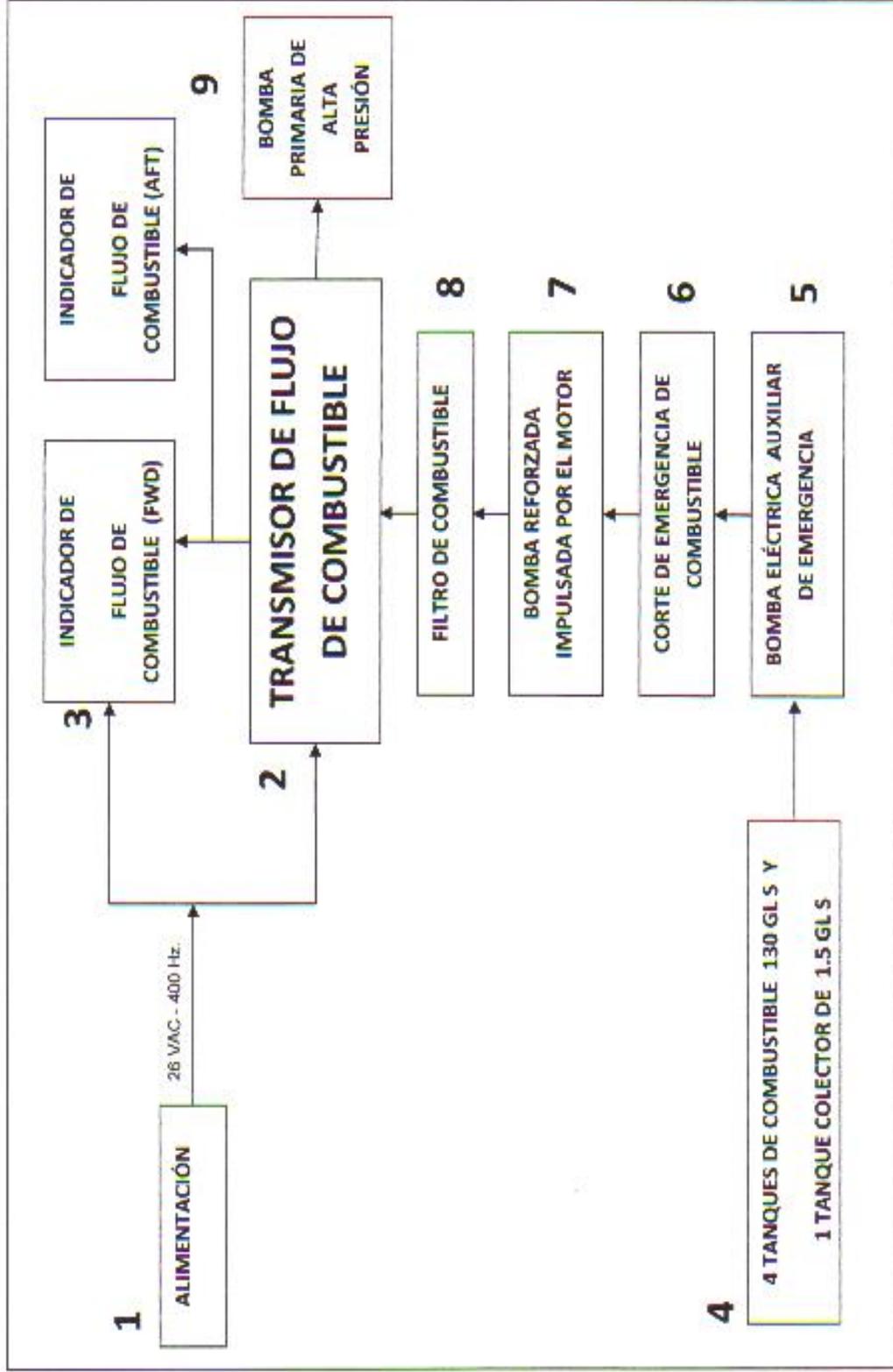


Figura 1.1 Diagrama en Bloques del Sistema Combustible del Avión T-34C-1

#### 1.4. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE PARA EL FLUJÓMETRO BENDIX 9133-25B1 DEL AVIÓN T-34C-1. <sup>2</sup>

El sistema de abastecimiento de combustible consiste de dos tanques de 40 galones US (151 litros) uno en cada borde de ataque del ala y dos tanques de 25 galones US (95 litros) cada uno en los paneles alares proveen una capacidad total de combustible de 130 galones US (492 litros). Los dos tanques en cada ala están interconectados, y el combustible se alimenta por gravedad desde el tanque de 25 galones al de 40 galones luego a un tanque colector de combustible de 1.5 galones US (6 litros) en la sección central del fuselaje.

El combustible es alimentado simultáneamente por gravedad al tanque colector de combustible desde cada tanque de ala, y no es posible seleccionar tanques individuales.

La bomba reforzadora de emergencia impulsada eléctricamente (booster pump), es la encargada de abastecer combustible bajo presión a la bomba primaria de alta presión si es que falla el sistema normal.

En el tablero de instrumentos de la cabina delantera y trasera esta montado un indicador de cantidad de flujo de combustible (Fuel Flow).

Los combustibles aprobados para el motor del avión T34-C1 son: JP-1, JP-4, JP-5, JP-8, Jet A, o Jet B.

**NOTA:** El tanque colector de combustible, esta diseñado para permitir el vuelo invertido.

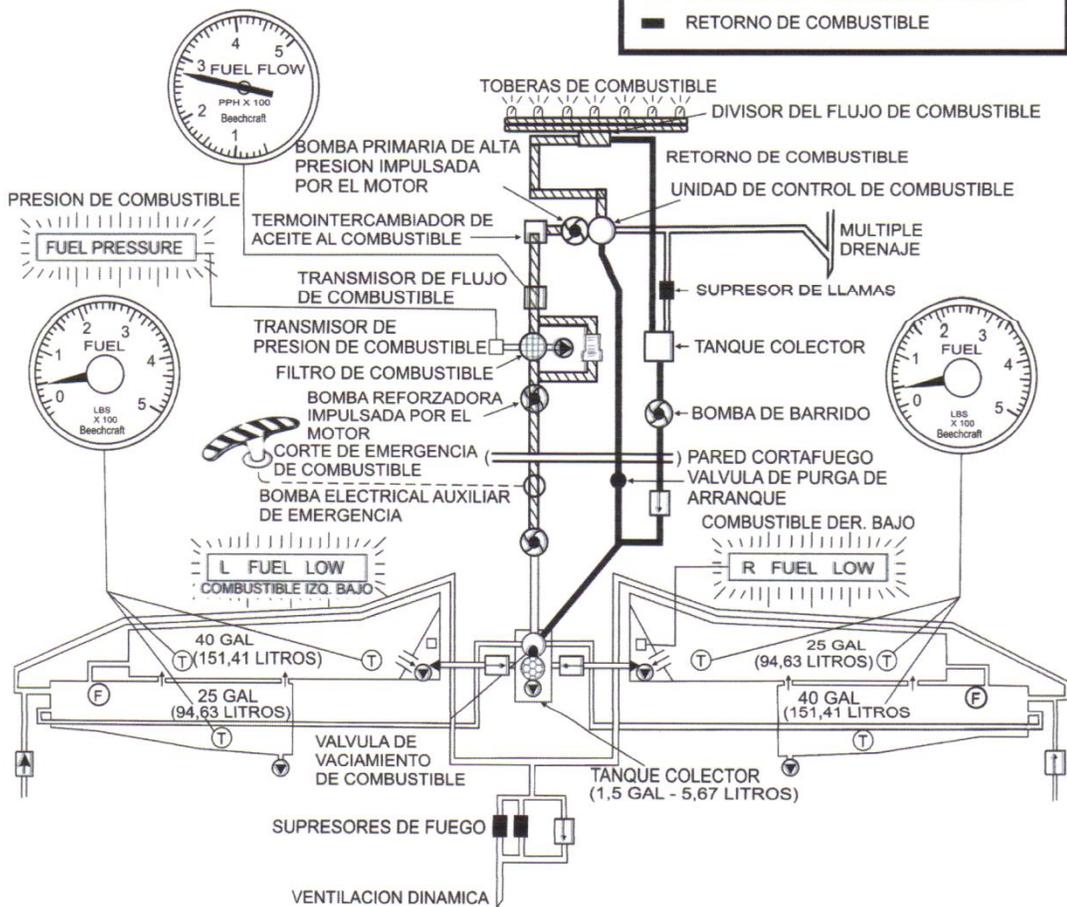
---

<sup>2</sup> BEECHCRAFT T-34C-1, manual de mantenimiento, capítulo 28, octubre -77.

# SISTEMA DE COMBUSTIBLE

**NOTA**  
 COMBUSTIBLE TOTAL UTILIZABLE 130 GALONES US (492 LITROS) CAPACIDAD TOTAL 135 GALONES US (511 LITROS)

- ▲ BAJO PRESION DE LA BOMBE DE COMBUSTIBLE
- ⊕ TRANSMISOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE
- ⊖ TAPA DE LLENADO DE COMBUSTIBLE
- ⊥ VALVULA DE PASO DIRECCIONAL
- ⊙ DRENAJE
- ⊥ VALVULA DE CHARNELA
- ALIMENTACION POR GRAVEDAD
- ▨ BAJO PRESION DE LA BOMBE DE COMBUSTIBLE
- ≡ VENTILACION Y DRENAJE AL EXTERIOR
- RETORNO DE COMBUSTIBLE



Fuente: BEECHCRAFT T-34C-1, Manual de Mantenimiento, capítulo 28.

Figura 1.2 Sistema de Combustible del Avión T-34C-1.

## 1.5. MEDICIÓN DE FLUJO DE COMBUSTIBLE DEL AVION T-34C-1.

La medición de flujo de combustible en el avión T-34C-1 se efectúa a través del sistema independiente de flujo de combustible, y al cual se enfoca este proyecto de investigación para poder realizar el diseño y construcción del banco de pruebas.

### 1.5.1. Sistema Independiente de Flujo de Combustible.<sup>3</sup>

Este sistema consta de un transmisor y un indicador y precisa 26 voltios de corriente alterna para su funcionamiento.



A



B

Fuente: Investigación de Campo.

Figura 1.3 Transmisor (A) e Indicador (B) de Flujo de combustible

---

<sup>3</sup> Instrumentos del Avión E.H.J. Pallet Cap. 13 pag. 344

### **1.5.1.1. Descripción y Operación del Transmisor e Indicador de Flujo de Combustible.<sup>4</sup>**

El equipo transmisor de flujo de combustible es fabricado por Instruments & Life Support Division of Bendix Aviation, Davenport Iowa.

**Descripción:** El transmisor de flujo de combustible Bendix Tipo 9133-25-B1, mide la cantidad de flujo de combustible y transmite una señal eléctrica a un indicador.

**Operación:** El transmisor de flujo de combustible está insertado en la línea que atraviesa el flujo de combustible. El combustible es enviado a través de la cámara en el cuerpo del transmisor y desvía el extremo del eje de la veleta.

Esta desviación incrementa dependiendo del flujo de combustible. La desviación de la veleta es transmitida a través de un acoplamiento magnético a un transmisor de sincro que gira en concordancia.

Los grados de rotación del transmisor del sincro son convertidos en una señal eléctrica que es transmitida hacia el indicador.

#### **Tabla 1.1. Particularidades Principales del Flujómetro 9133-25B1.**

Las principales particularidades del equipo están especificadas en la siguiente tabla:

---

<sup>4</sup> Bendix Instruments Life Support Division, Chap\Sec. No. 73-30. Publicacion 3874-68

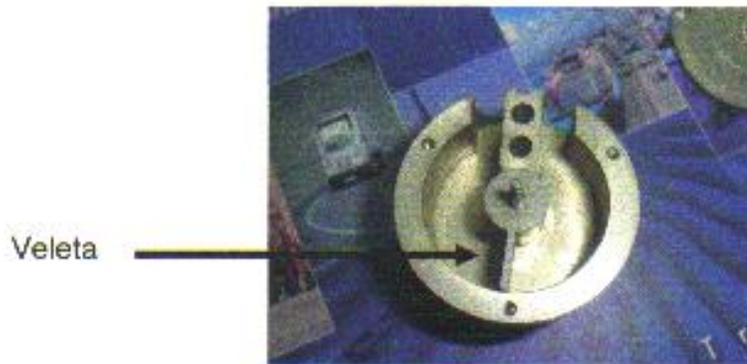
Peso del Instrumento	2.0 lbs
Rango lbs	50-350
Rango de Temperatura de Operación	Operación Satisfactoria dentro de Temp. Rango de +70°C a – 55°C (+158F a – 65F)
Requerimientos de Voltaje	26 Voltios AC, 400 Hz
Potencia de Régimen Estipulada	3.25 VA a 0.18 factor de potencia
Presión de trabajo	200 psi máximo
Exactitud	5 libras por hora.

El transmisor, mostrado en la Fig. 1.3 (A), tiene un cuerpo fundido con conexiones de entrada y salida que se intercomunican con una cámara de medición en forma de espiral que contiene el conjunto medidor.

Este conjunto medidor consta de una veleta medidora de forma que pueda desplazarse angularmente bajo la influencia del combustible que pasa por la cámara.

Entre el borde de la veleta y la pared de la cámara se forma una pequeña separación, la cual, a causa de la forma en espiral de la cámara, aumenta de área cuando la veleta se desplaza de su posición cero. La variación del área de la

separación controla el régimen de desplazamiento de la veleta, que es más rápido en los regímenes de flujo menores (separación más estrecha) que en los más altos.



Fuente: Investigación de Campo

**Figura 1.4 Veleta**

La veleta está montada en un eje que va en dos cojinetes planos con casquillo, uno en cada tapa que cierra la cámara de medición.



Fuente: Investigación de Campo

**Figura 1.5 Eje de la Veleta**

En un extremo, el eje sobresale a través de su cojinete y lleva un imán anular bipolar que forma parte de un acoplamiento magnético entre la veleta y la unidad de transmisión eléctrica.



**Fuente:** Investigación de Campo

**Figura 1.6** Conjunto Magnético

En este sistema particular la unidad es un motor sincro de corriente alterna, en algunos diseños puede utilizarse un potenciómetro de precisión.



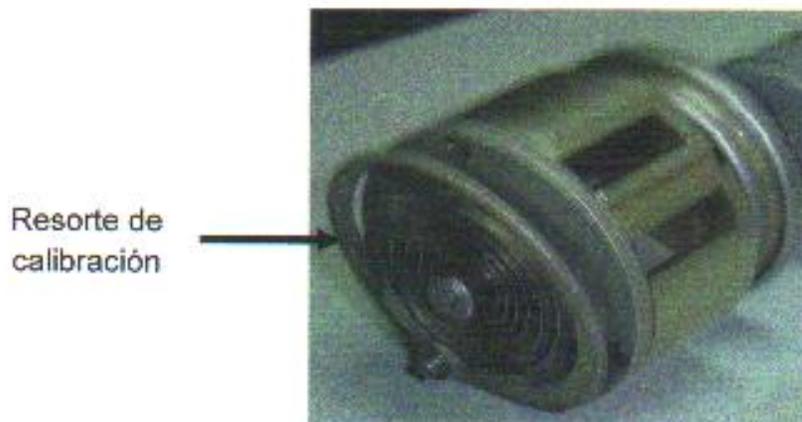
**Fuente:** Investigación de Campo

**Figura 1.7** Motor Sincro

El eje del sincro (o potenciómetro) lleva un imán recto bipolar que está situado en el interior del imán anular.

La interacción de los dos campos proporciona un "cierre magnético", de modo que el cursor del rotor del sincro (o potenciómetro) pueda seguir cualquier desplazamiento angular de la veleta de medición sin fricción.

El otro extremo del eje de la veleta de medición sobresale también a través de su cojinete y su punto de fijación para el extremo interior es un muelle de control calibrado especialmente.



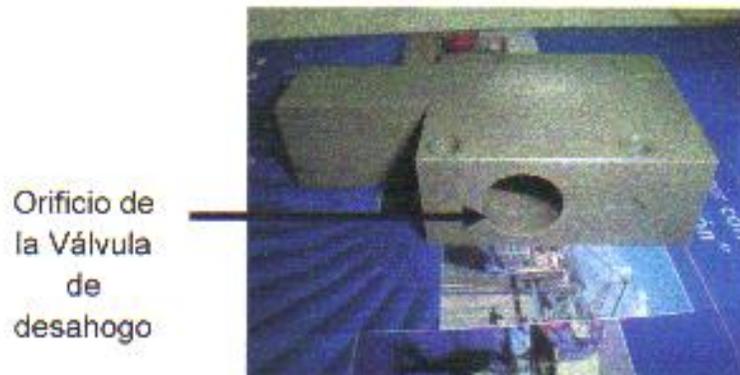
**Fuente:** Investigación de Campo

**Figura 1.8 Muelle de control calibrado**

El extremo exterior del muelle está sujeto a una placa de disco que puede ser girada por un piñón que engrana con los dientes cortados en la periferia de la placa. Esto proporciona el ajuste de la torsión del muelle durante la calibración del transmisor.

El sistema comprende una cámara de amortiguación que contiene un contrapeso (válvula de desahogo o alivio) y una paleta circular que están sujetos al mismo

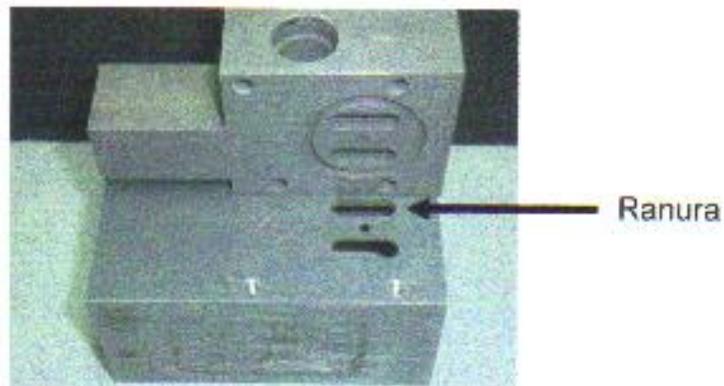
extremo del eje de la veleta de medición.



**Fuente:** Investigación de Campo

**Figura 1.9 Cámara de Amortiguación**

La cámara de amortiguación está sujeta a uno de los lados del cuerpo del transmisor, y, excepto por un pequeño orificio de purga (ranura), está separada de la cámara de medición.



**Fuente:** Investigación de Campo

**Figura 1.10 Orificio de purga**

El propósito del orificio es, desde luego, dejar que el combustible llene la cámara de amortiguación y, de este modo, sumergir completamente el conjunto de contrapeso. La eficacia del sistema de amortiguación no se ve influenciada por el flujo de combustible.

La construcción del indicador es sencilla. Está compuesto por un miliamperímetro de bobina móvil que lleva una sola aguja que se mueve sobre una escala graduada en galones, libras o kilogramos por hora. Las señales al miliamperímetro se transmiten vía un amplificador transistorizado que también va dentro de la caja del indicador. En los sistemas que emplean transmisión síncrona, la aguja del indicador es accionada por el rotor de un sincrorreceptor.



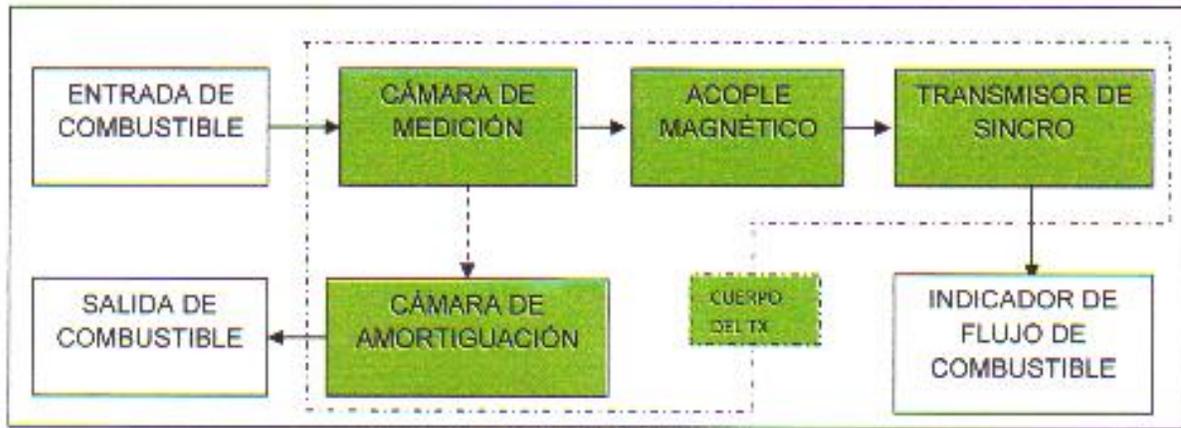
**Fuente:** Investigación de Campo

**Figura 1.11** Indicador de Fuel Flow

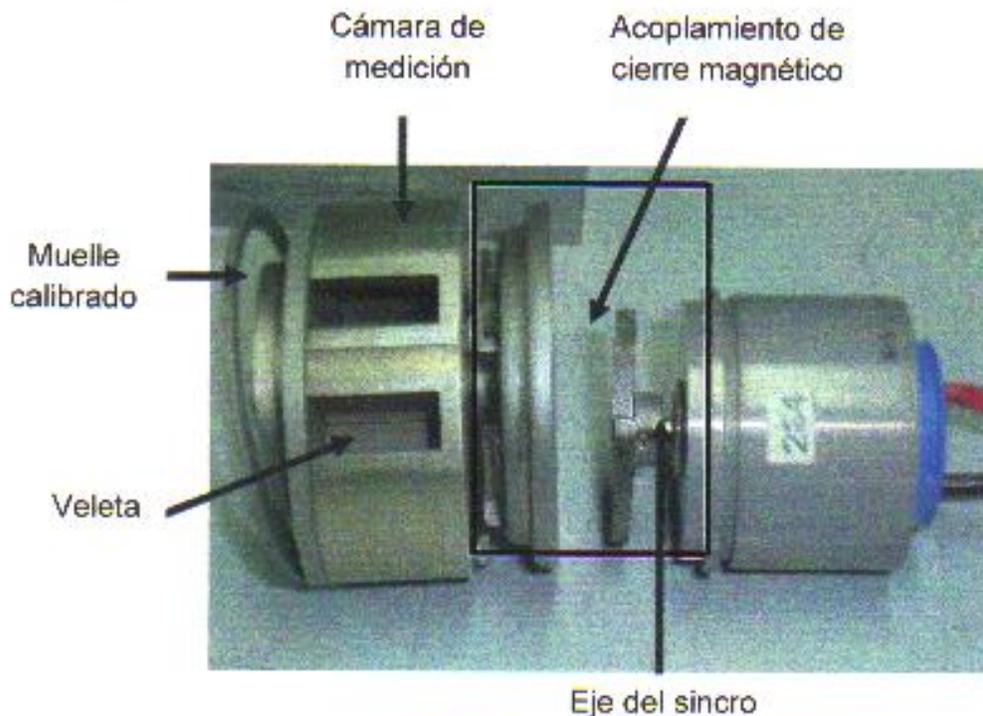
#### **1.5.1.2. FUNCIONAMIENTO DEL FLUJÓMETRO BENDIX 9133-25B1.**

Cuando el combustible comienza a fluir a través de la tubería de alimentación principal, entra en el cuerpo del transmisor y atraviesa la cámara de medición. Al hacerlo así, desvía la veleta medidora de su posición cero y tiende a llevarla alrededor de la cámara. Puesto que la veleta está acoplada al muelle calibrado,

este último se opondrá al movimiento de la veleta, dejándola que adopte solamente una posición angular equilibrada con el régimen de flujo de combustible.



**Figura 1.12 Diagrama en Bloques del Flujómetro Bendix 9133-25B1.**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Figura 1.13 Conjunto Medidor del Flujómetro**

La veleta, a través del medio del acoplamiento de cierre magnético, hará también que el eje del sincro sea desplazado; con un voltaje alterno a través del sincro, el voltaje en el cursor es directamente proporcional al flujo de combustible. El voltaje es alimentado al amplificador cuya corriente de salida acciona la aguja del miliamperímetro para que indique el flujo de combustible.

El transmisor debe proporcionar una derivación para el combustible en caso de agarrotamiento de la veleta o alguna otra obstrucción que produzca un aumento de presión en el lado de entrada (Fig. 1.4) a través de la válvula de desahogo o alivio

La tensión del muelle se ajusta de modo que la válvula se levante de su asiento y deje que el combustible no pase por la cámara de medición cuando la diferencia de presión a través de dicha cámara sobrepase su límite.

### **1.5. INVERSOR ESTÁTICO DEL AVIÓN T-34C-1.<sup>5</sup>**

La función principal del inversor es convertir la energía de 28 VDC a 26 y 115 VAC de 400 Hz.

Suministra potencia eléctrica de corriente alterna hacia los equipos electrónicos y los instrumentos del motor en el avión. (Ver Anexo A).

La barra colectora de 115 VAC en el avión suministra la potencia para los giroscopios de posición e indicadores de inclinación y viraje.

---

<sup>5</sup> BEEHCRAFT T-34C-1, Manual de Mantenimiento, capítulo 24, octubre -77

La barra colectora de 26 VAC en el avión suministra la potencia para transmisor de presión de torsión, indicador radio magnético (RMI), radiobaliza Omnidireccional de hiperfrecuencia (VOR), el transmisor de flujo de combustible y esta potencia es la que se utilizará para el banco de pruebas.,

En caso de emergencia eléctrica se utiliza como fuente de alimentación de 28 VCD del inversor la batería.



**Fuente:** Investigación de Campo

**Figura 1.14 Inversor Estático.**

## CAPÍTULO II

### DISEÑO ELÉCTRICO Y DE CAÑERÍAS DEL BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DEL FUNCIONAMIENTO DEL FLUJÓMETRO

Para la elaboración del diseño eléctrico y de cañerías, es necesario conocer y entender el funcionamiento del Sistema de Combustible del avión T-34C-1, en especial el Transmisor de Flujo de Combustible (Bendix 9133-25B1) descrito en el capítulo anterior.

El diseño del armario y de las cañerías deben estar proyectados para que simulen y puedan acoplarse en el avión, en tal virtud es imprescindible analizar los diagramas eléctricos y de abastecimiento de combustible. El flujómetro y los elementos electrónicos adicionales que permiten el funcionamiento correcto.

Tanto la parte eléctrica como la de cañerías deben contar con las protecciones necesarias y de seguridad para el buen funcionamiento, mantenimiento de los equipos que integran el banco de pruebas.

Los materiales requeridos para la construcción del sistema eléctrico del Banco de Pruebas en su mayoría son componentes usados en el avión T-34C-1, la parte de cañerías, acoples y válvulas no fue posible obtenerla puesto que no hay disponible, por lo tanto se ha buscado las alternativas que más se asemejan a las utilizadas en el avión.

#### 2.1. DIAGRAMA EN BLOQUES DEL BANCO DE PRUEBAS.

Es importante elaborar un diagrama en bloques del Banco de Pruebas (figura 2.1) ya que este diagrama va a representar los componentes que van a conformar el banco y a su vez se tendrá una mejor visión para diseñar el circuito eléctrico y de

cañerías. El diagrama está conformado por los siguientes componentes:

1. La alimentación del banco es de 28 VDC, que se toma de la fuente variable Tektronix PS280 DC de la sección electricidad del CID-DIAF y 110 VCA de la red eléctrica que proporciona la empresa eléctrica.
2. Protección del banco de pruebas con 3 circuit breakers:
3. Switches de control del banco de pruebas.
4. Luces indicadoras de funcionamiento.
5. Conector eléctrico P 197 para el transmisor de Flujo de Combustible.
6. Instrumento Indicador de Flujo de Combustible (Fuel Flow).
7. Inversor Estático convierte 28 VCD a 26 y 115 VCA 400 Hz.
8. Puntos de Prueba permite tomar mediciones de voltaje del flujómetro.
9. Válvulas
  - Válvula de retorno (bola).
  - Válvula de reguladora de caudal (aguja).
10. Bomba eléctrica de 1/2 Hp. 3600 rpm. 110VAC, encargada de proveer caudal al flujómetro en el banco de pruebas.
11. Depósito de Combustible (5GLS.).

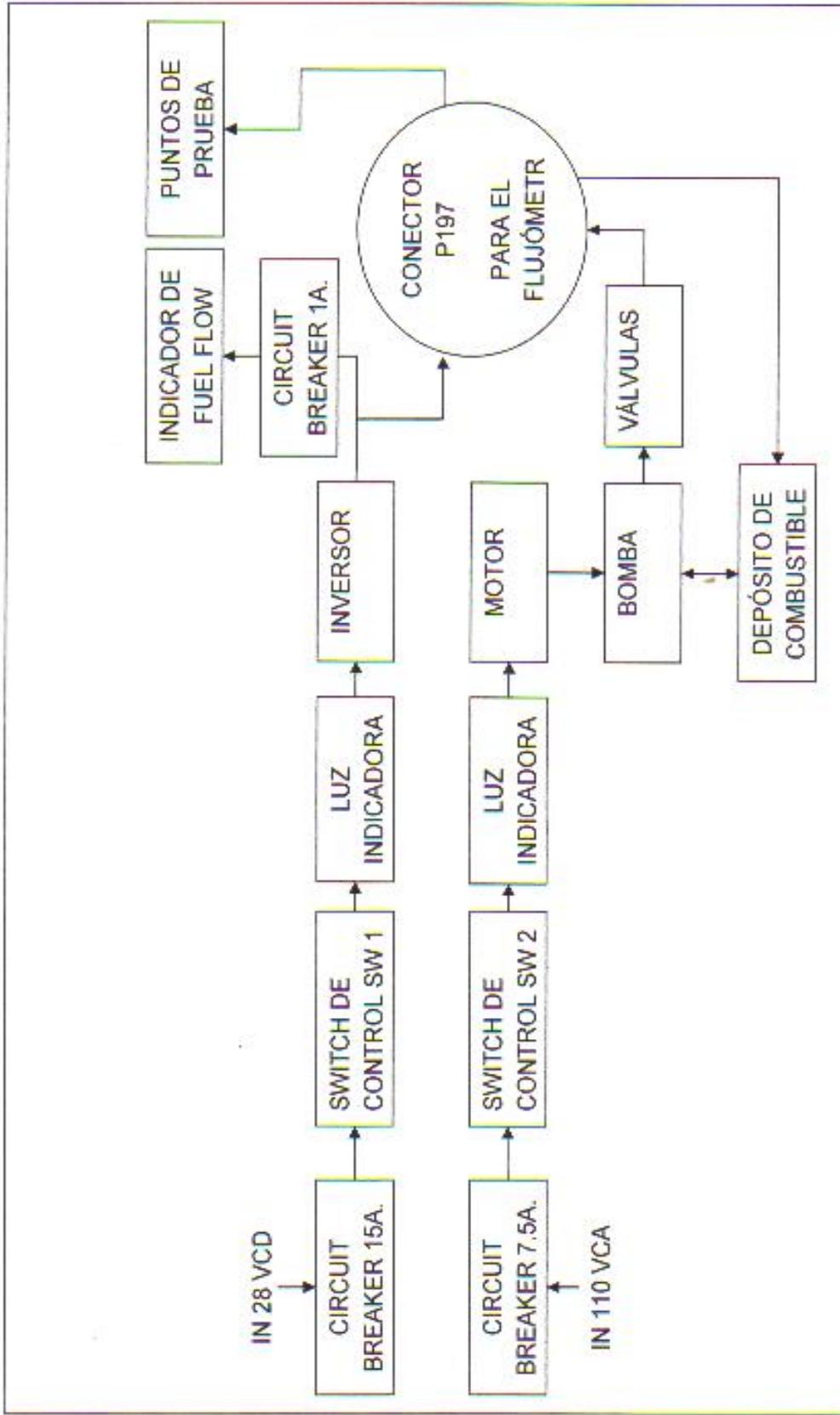
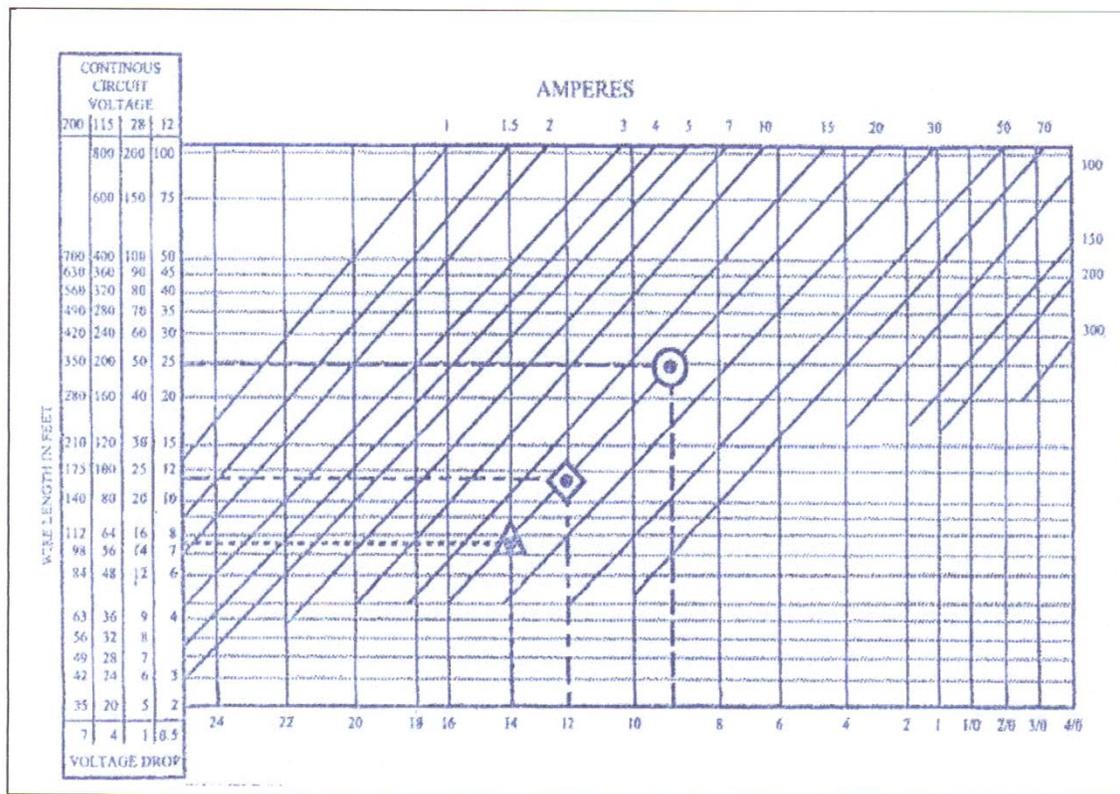


Figura 2.1 Diagrama en Bloques del Banco de Pruebas

## 2.2. DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DEL BANCO DE PRUEBAS.

Para realizar el diseño del circuito eléctrico es importante primero proyectar el número de conductor que se va a utilizar en el arnés eléctrico del banco. Es necesario conocer los valores de voltaje, corriente con los cuales funcionará el banco de pruebas y la longitud en pies de cada conductor.

Con estos valores se procede a ubicarlos en la tabla de conductores (Fig. 2.1), del manual AC = CIRCULAR ADVISORY (Circular de Aviso de Asesoramiento de métodos aceptables, técnicas y prácticas para inspección y reparación de aviones), capítulo 11 Sistema Eléctrico del Avión que se encuentra disponible en la sección de Electricidad del CID-DIAF.



Fuente: Manual AC

Figura 2.2 Tabla de Conductores

**Tabla 2.1 Valores de los conductores del arnés eléctrico del Banco de Pruebas.**

VOLTAJE	CORRIENTE	LONGITUD	No. CONDUCTOR
115 VAC	7.5 A	23.43 ft	14
28 VDC	15 A	4.95 ft	22
26 VAC	1 A	30.19 ft	22
115 VAC	15 A	4.12 ft	20

**Nota:** Hay que tomar en cuenta que al momento de seleccionar el número de cable en la tabla de conductor Fig. 2.1 es prioridad escoger por normas de seguridad el número de conductor menor (mayor grosor del conductor), al resultante de la proyección.

El circuito eléctrico del Banco de Prueba está diseñado en base al diagrama eléctrico del inversor Cap. 24-20-00 pag. 3 y del flujómetro Cap. 73-32-00 pag. 3 del Manual de Cableado Eléctrico del Avión T-34C-1 y el diagrama en bloques del Banco de Pruebas (figura 2.1).





El diagrama eléctrico del banco (figura 2.3) está conformado por:

1. La alimentación del banco es de 28 VDC de la fuente variable Tektronix PS280 DC de la sección electricidad del CID-DIAF y 110 VCA de la red eléctrica que proporciona la empresa eléctrica
2. Circuit breakers.
  - 1A indicador de flujo de combustible.
  - 7.5A bomba eléctrica.
  - 15A inversor estático.
3. 2 Switches de control del Banco de Pruebas.
  - Activa la bomba eléctrica
  - Activa la alimentación de 28 VCD de la fuente variable.
4. Luces indicadoras
  - Luz indicadora de funcionamiento de la bomba eléctrica.
  - Luz indicadora de alimentación de 28 VCD.
5. Conector P197 para el transmisor del flujómetro.
6. Instrumento Indicador de flujo de combustible.

7. Conector 104-384013-1 para el indicador de Fuel Flow.
8. Inversor Estático PS101.
9. Conector del Inversor P115.
10. Dos TB (terminal board = regleta de terminales), utilizadas para tener puntos comunes en el arnés eléctrico.
  - TB1 Puntos comunes entre el flujómetro, indicador y puntos de prueba.
  - TB2 Puntos comunes de tierra del sistema eléctrico.
11. Puntos de prueba del flujómetro (4 borneras tipo banana).
12. Tomas adicionales (4 borneras tipo banana) de 26 y 115 VCA 400 Hz.
13. Bomba eléctrica de 1/2 HP. 3600 rpm. 110 VCA, encargada de proveer caudal al flujómetro en el banco de pruebas.

**Tabla 2.2 Lista de Elementos Eléctricos requeridos para la construcción del Banco de Pruebas.**

<b>CANTIDAD</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>DETALLE</b>	<b>NÚMERO DE PARTE</b>
1	Conector	Plug, Fuel Flow	MS3106R14S5S
1	Conector hembra	Plug, Indicador Fuel Flow	MS3106R14S25
1	Conector hembra	Plug, Inversor	MS 3106R18-9S (C)
1	Indicador de flujo de combustible	Instrumento indicador	104-384013-1
36 (ft)	Cable	Arnés eléctrico	M22759/16-22-9
5 (ft)	Cable	Arnés eléctrico	M22759/16-20-9
5 (ft)	Cable	Arnés eléctrico	M22759/16-18-9
3 (ft)	Cable	Arnés eléctrico	M22759/16-16-9
2.4 (ft)	Cable	Arnés eléctrico	M22759/16-14-9
1	Switch ON/OFF	Bomba	UNK
1	Switch	28 VCA	1TL1-3
8	Conectores banana hembra	Test point	UNK
1	Luz piloto	Fuel Flow Indicador	UNK
1	Luz piloto	Encendido de la bomba	UNK
1	Circuit breaker	Protección del banco	MS26574-1
1	Circuit breaker	Protección del banco	MS26574-5
1	Circuit breaker	Protección del banco	MS26574-7-1-2

## **2.3. IMPLEMENTACIÓN DEL CIRCUITO DE CAÑERÍAS DEL BANCO DE PRUEBAS.**

### **2.3.1. Cañerías para el Banco de Pruebas.**

Puesto que no se cuenta con el Stock necesario de cañerías de combustible propias del avión T-34C-1 se utilizarán las cañerías del avión K-FIR las mismas que proporcionarán características similares a las utilizadas en el mismo.

Características:

- Capacidad de presión hasta 3000 PSI.
- Moldeables.
- Durabilidad.
- No presentan deformaciones por el paso de caudal.
- Capacidad de temperatura y presión alta.

### **2.3.2. Las válvulas seleccionadas para el circuito de flujo de combustible:**

- Válvula de Bola son de  $\frac{1}{4}$  de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola  $90^\circ$  y cierra el conducto.

Características:

- Para servicio de conducción y corte, sin estrangulación.

- Bajo costo.
  - Pocas fugas.
  - Se limpia por si sola (No requiere lubricación).
  - Poco mantenimiento.
  - Tamaño compacto.
  - Material del vástago, bola, cuerpo, acero inoxidable.
- Válvula de Aguja se utilizan para lograr estrangulamientos muy precisos, en estas válvulas el vástago suele acabar en forma de aguja ajustándose de forma precisa al asiento, asegurando el cierre con el mínimo esfuerzo.

Características:

- Para servicio de conducción y corte, con estrangulamiento o ajuste fino del caudal.
- Alta capacidad de presión y temperatura.
- Material de acero inoxidable.
- Tamaño compacto.
- Poco mantenimiento.

## **2.4. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA DE CAÑERÍAS DEL BANCO DE PRUEBAS**

Este diagrama permitirá realizar la distribución de las cañerías y posición de las válvulas del banco, además permitirá comprender su operación:

Primero se enciende el motor de la bomba y comenzará a fluir caudal (combustible tipo JP1) proveniente del depósito de combustible, dentro de este se encuentra el filtro que impedirá el paso de impurezas, llega el caudal a un acople en forma de T, esta tiene la finalidad de dividir el caudal, hacia la válvula de retorno y de regulación de caudal:

La válvula de retorno es de tipo bola, tiene la finalidad de permitir el retorno del combustible al depósito y que no se sobrecaliente el motor de la bomba cuando la válvula de regulación esté completamente cerrada.

La válvula de regulación de caudal es de tipo aguja, permitirá realizar un estrangulamiento sensible del caudal, simulando los diferentes regímenes de consumo del motor.

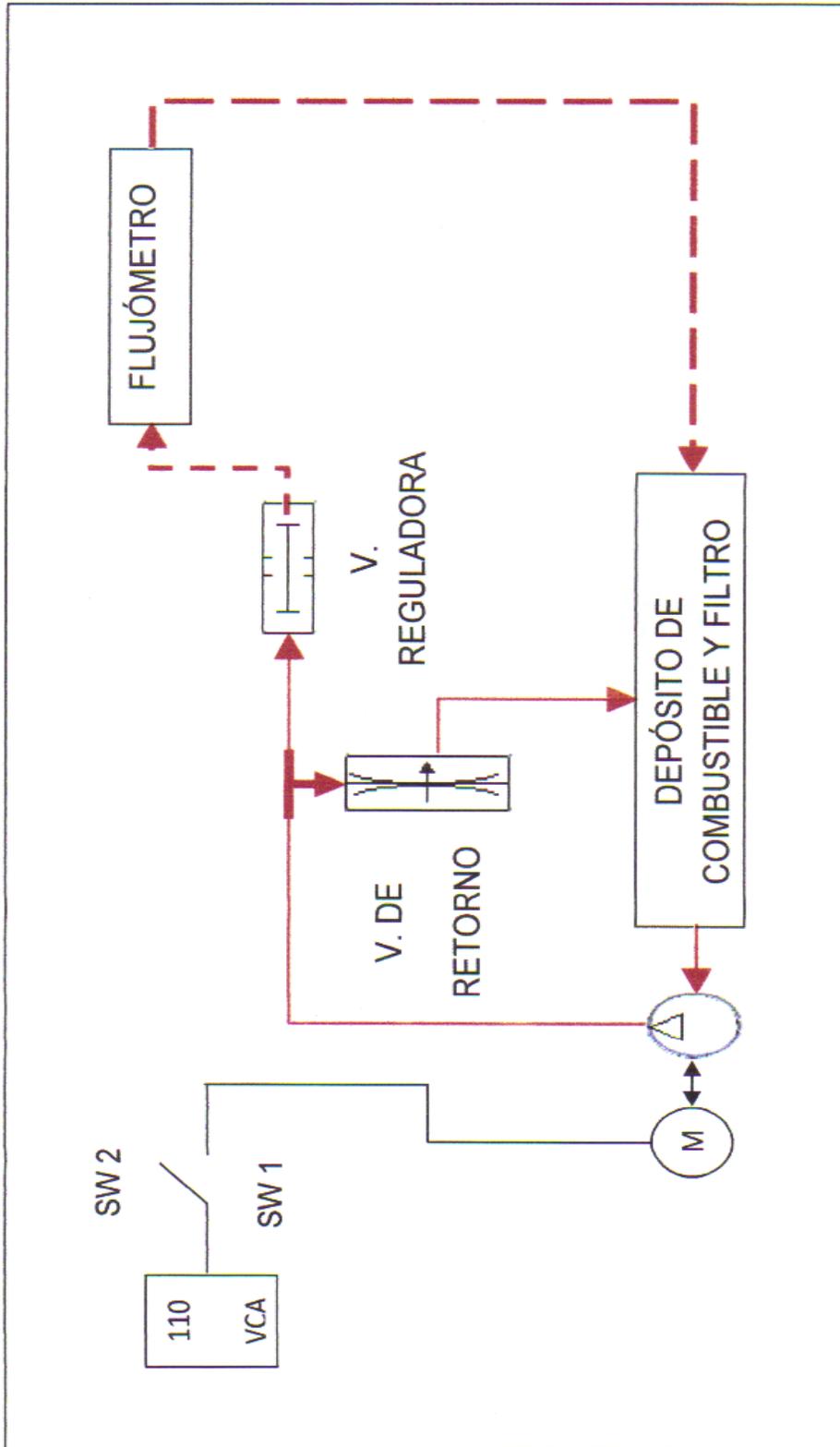
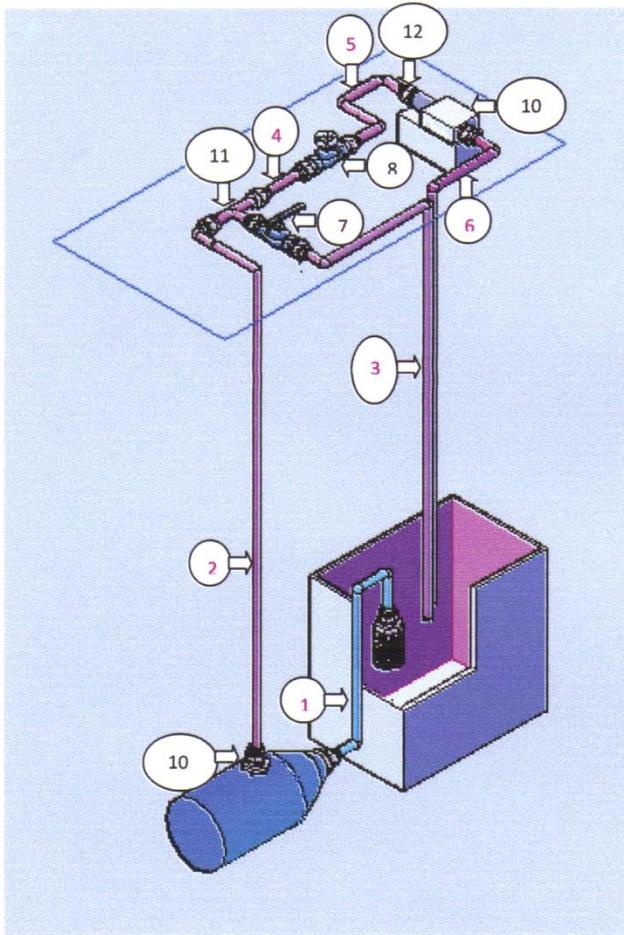


Figura 2.4 Diagrama esquemático del sistema de cañerías del Banco de Pruebas

## 2.5. UBICACIÓN DE LAS CAÑERÍAS Y VÁLVULAS DEL BANCO DE PRUEBAS

El diseño de la ubicación de las cañerías, válvulas, acoples, filtro, fittings se realizó en el programa AUTOCAD, con la asesoría del Cbo. Héctor Sinchiguano que labora en la sección de Electricidad del CID-DIAF.



No. Cañería	Medida
1	0.46 cm
2	055 cm
3	0.60 cm
4	0.13 cm
5	0.2 5 cm
6	0.82 cm
Elementos:	
7	V. de retorno
8	V. reguladora
9	Flujómetro
10	Acoples
11	T
12	Fittings

Fuente: Investigación de Campo

Figura 2.5 Diagrama de la distribución del sistema de cañerías del Banco de Pruebas

**Tabla 2.3 Lista de Elementos mecánicos del Banco de Pruebas.**

<b>CANTIDAD</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>DETALLE</b>
1	Válvula de Aguja	Reguladora de caudal
1	Válvula de globo	Retorno
5 (m)	Cañería de 10 mm.	Conductos de Combustible
2	Fittings	Acoples
1	T	Unión de cañerías
1	Bomba Eléctrica	Proveedor de caudal
1	Válvula check y filtro	Permite el paso de caudal en un solo sentido y no permite el paso de impurezas
11	Acoples	Uniones entre las cañerías, válvulas, filtro.
2 rollos	Teflón industrial	Sellado seguro entre los acoples.
1	Depósito de Combustible	Almacenamiento de combustible.

## 2.6. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS.

La estructura interna del banco de prueba es de tubo estructural de 3/4, recubierto de tool de 1/16, como muestra la (fig. 2.6) se diseñó con el objetivo de tener mayor facilidad de manipulación del transmisor de flujo de combustible y visualización del indicador de flujo de combustible (Fuel Flow), del avión T-34C-1.

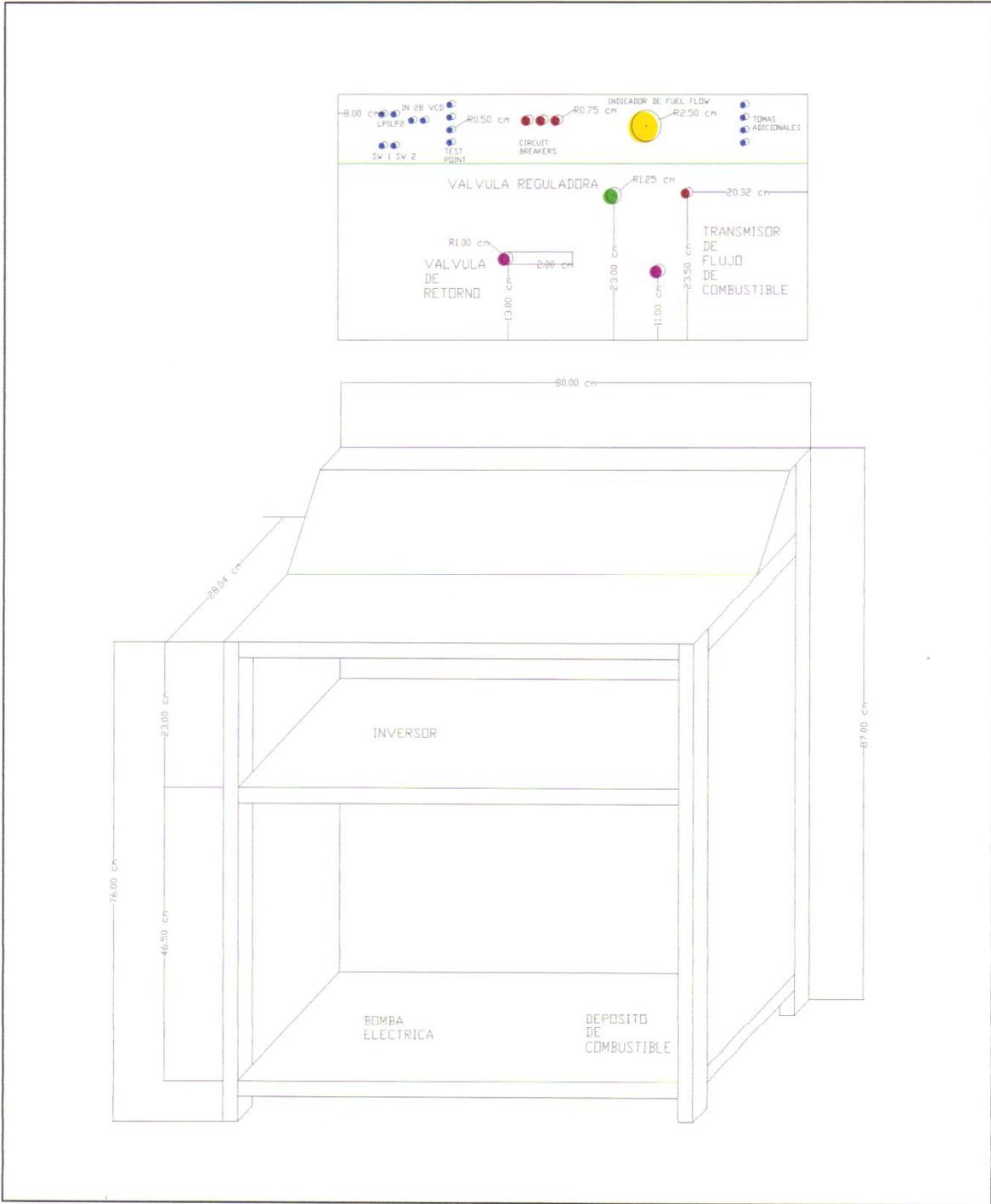
El panel del Banco de Prueba está compuesto por: el Transmisor del Flujo de combustible el cual va a ser montado y desmontado para los chequeos funcionales. Y un indicador de flujo de combustible (Fuel Flow).

Dos válvulas (globo, aguja) que simularán el paso de combustible a diferentes regímenes de consumo de combustible del motor.

Un panel de protección y alimentación para los 110 VAC - 28 VDC - 26 VAC 400 Hz.

Un panel de control donde estarán ubicados los switches y luces indicadoras.

Además, el banco de prueba proporcionará tomas de voltaje de (26 - 115 VCA) 400 Hz provenientes del Inversor.



**Figura 2.6 Estructura del Banco de Pruebas**



## 2.7. Herramientas Requeridas para la Construcción del Banco de Pruebas.

Las herramientas que se utilizarán para la construcción del banco de pruebas (tabla 2.4) son calificadas para trabajos en aviación utilizándose de preferencia en marcas: Snapon, DMC, Stanley, Jensen. Estas herramientas pertenecen a la sección de electricidad y estructuras del avión T-34C-1.

**Tabla 2.4 Herramientas Requeridas para la Construcción del Banco de Pruebas.**

HERRAMIENTA	DETALLE
Brocas	Broca para perforar metal, para realizar las aberturas del Banco.
Diagonal	Utilizada para cortar cables y remaches.
Pinza de presión	Utilizada para fijar una tuercas, tornillos o pernos.
Destornilladores	Utilizados para atornillar o destornillar.
Llave de pico	Utilizada para ajustar o aflojar tuercas; ésta se puede ajustar al tamaño de la tuerca.
Insertor de pines	Utilizada para insertar los pines en los conectores especiales, TB.

Extractor de pines	Utilizada para extraer los pines de los conectores especiales.
Remachadora de terminales	Herramienta utilizada para unir el terminal al cable.
Remachadora de pines	Herramienta utilizada para unir el pin al cable.
Máquina marcadora de cables	Utilizada para identificar los cables del arnés eléctrico del banco.
Peladora de cables	Utilizada para remover el aislante del conductor.
Pistola de Calor	Utilizada para fijar las indicaciones indirectas de los terminales del arnés
Taladro	Eléctrico o neumático, utilizado para realizar las aberturas en la estructura del banco.
Lima	Utilizada para eliminar rebabas metálicas

## CAPÍTULO III

### CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

En este capítulo se detalla la construcción de la estructura - cañerías, arnés eléctrico y pruebas operacionales del banco de pruebas.

#### 3.1. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS

En este punto se detalla los pasos para la construcción de la estructura del banco comprobador.

##### 3.1.1 Corte Metálico.

Con el asesoramiento técnico del personal del área de estructuras se escogió el tubo estructural y el tool como materiales que se van a utilizar en la construcción del banco.

Así mismo con el asesoramiento respectivo en el manejo de las máquinas se realizó el corte del tubo estructural y doblado de la lámina de tool para luego darle forma a la estructura.

##### 3.1.2. Armado de la Estructura.

Una vez que se tiene todas las partes que conforman la estructura del banco, se procede al armado del mismo utilizando electrodos para soldar las partes fijas y tornillos en las partes móviles.

De esta manera se obtiene la estructura del banco comprobador.



**Fuente:** Investigación de Campo

**Figura 3.1 Estructura del Banco de Pruebas**

### **3.1.3. Aberturas en la Estructura del Banco.**

En el panel se procede a realizar las aberturas para los diferentes elementos del banco: indicador de Fuel Flow, breakers, switches, luces, para hacer los huecos se utilizó el taladro neumático.

### **3.1.4. Pintura del Banco de Prueba**

Armada la estructura se procede a pintarla con PRIMER (fondo), una vez seca se aplica pintura (color plomo), para esto se utiliza el soplete obteniendo de esta manera un excelente acabado del banco.



**Fuente:** Investigación de Campo

**Figura 3.2 Pintura del Banco de Pruebas**

### **3.1.5. Corte e instalación de las cañerías.**

Con las medidas de cada una de las cañerías de acuerdo al diseño (figura 2.5), se procedió a cortarlas, con la ayuda del Sgop. Quispe perteneciente a la sección de estructuras del CID-DIAF. Luego se colocaron los acoples, fittings entre las cañerías, válvulas y filtro teniendo en cuenta de no dañar el hilo de la rosca de los acoples al momento de unirlos, además se utilizó teflón industrial con el objetivo de evitar fugas. Con las cañerías cortadas y moldeadas de acuerdo al diseño se instalaron en el banco utilizando herramientas como llaves de pico, llaves No. 20, 21, destornilladores, playo de presión.

Una vez armada las cañerías, válvulas con sus respectivos acoples y fittings en el banco se realizó un chequeo visual si estas estaban correctamente ajustadas para evitar fugas o una mala conexión entre estas.

### **3.1.6. Recomendaciones Técnicas tomadas en cuenta en la construcción de la estructura del Banco de Pruebas.**

- Usar las protecciones necesarias tales como: guantes, gafas, tapones para los oídos, etc. y todo lo relacionado con la seguridad industrial para evitar accidentes durante la realización del trabajo.
- Solicitar asesoramiento técnico al personal entrenado para el uso de las máquinas o herramientas que se vaya a utilizar, para no causar daños a las mismas.
- Utilizar las herramientas correctas para cada trabajo.
- Trabajar de forma ordenada para evitar accidentes.
- Aplicar todas las normas de seguridad de la sección de estructuras.

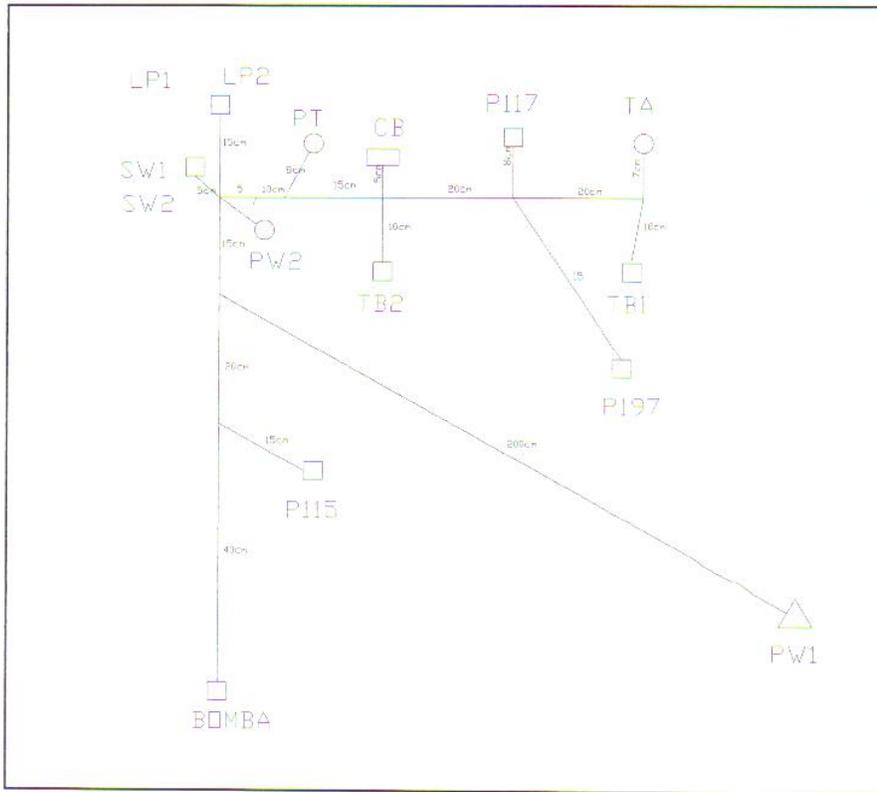
### **3.2. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BANCO DE PRUEBAS.**

En este punto se detalla los pasos para la construcción del sistema eléctrico del banco de pruebas.

#### **3.2.1. Diagrama de distribución del cableado y elementos del Banco de Pruebas.**

Este diagrama permite distribuir cada conductor y elementos del arnés eléctrico del banco de pruebas, tiene la finalidad de proporcionar las medidas y la ubicación de cada uno de los elementos, cabe mencionar que este diagrama se basa en el Manual de Cableado Eléctrico del avión T-34C-1 capítulo 24, donde se especifica

la distribución en base a los diferentes números de parte así:



**Figura 3.3. Diagrama de distribución del cableado y elementos del Banco de Pruebas.**

- LP1: luz indicadora de funcionamiento de la bomba eléctrica
- LP2: luz indicadora de alimentación de 28 VCD
- SW1: activa la bomba eléctrica
- SW2: activa la alimentación de 28 VCD
- PT: puntos de prueba

- CB: circuit breakers
- TA: tomas adicionales de 26 y 115 VCA 400 Hz.
- TB1 y TB2: Puntos comunes del arnés eléctrico.
- PW1: ingreso de 110 VCA de la red que proporciona la empresa eléctrica.
- PW2: ingreso de 28 VDC de la fuente variable externa.
- P115: conector del inversor estático.
- P117: conector del instrumento indicador de flujo de combustible
- P197: Conector para el transmisor de flujo de combustible.

### **3.2.2. Medición y corte de los conductores**

Con las medidas del diagrama de distribución del cableado y elementos del banco de pruebas (fig.3.3) se procede a medir y cortar los conductores que serán utilizados en el arnés eléctrico del banco de pruebas.

### **3.2.3. Marcación de los Conductores.**

El marcado de los cables es uno de los pasos más importantes en el armado del arnés ya que permite identificar el sistema, subsistema, segmento y el diámetro del alambre, esta identificación se realizó con una máquina marcadora de cables que facilitó la sección de electricidad del CID-DIAF (figura3.4) cada 10 centímetros, con la finalidad de identificar los cables de acuerdo al diagrama eléctrico del Banco de Pruebas (figura 2.3).



**Fuente:** Investigación de Campo

**Figura 3.4 Marcación del Cable**

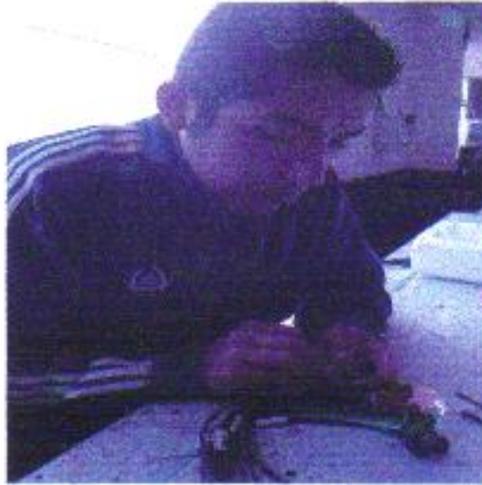
#### **3.2.4. Armado del Arnés Eléctrico.**

Para armar el arnés primero se tomaron las medidas de cada uno de los conductores que se utilizaron en la construcción del banco estas medidas están especificadas en el diagrama de distribución del cableado (fig. 3.3).

Una vez cortados y marcados los conductores a las medidas requeridas, se procede a ir ubicando los cables en el orden ya diseñados.

Luego se coloca una malla protectora (esterilla) en los diferentes grupos de conductores fijándola con una piola para evitar que se recorra la malla y se muevan los cables, por último se conecta los pines, conectores especiales, terminales y switches (figura 3.5), aquí se utilizan herramientas como:

Peladora de cable, remachadora de terminales, remachadora de pines, caudín, destornilladores, diagonal e insertor de pines.



**Fuente:** Investigación de Campo

### **Figura 3.5 Armado del Arnés Eléctrico del Banco e Pruebas**

Terminada la elaboración del arnés, es necesario realizar la prueba final (PIN TO PIN) o chequeo de continuidad con un multímetro ubicando con el selector la opción de continuidad para comprobar que está correctamente armado y así evitar que se dañe algún elemento del banco de pruebas al momento de realizar las operaciones de chequeo de funcionamiento.

#### **3.2.5. Recomendaciones Técnicas tomadas en cuenta en el armado del Arnés Eléctrico.**

Para armar el arnés del sistema eléctrico se tomó en cuenta las siguientes recomendaciones técnicas:

- Trabajar siguiendo los diagramas diseñados, por que de esta manera se ahorra tiempo y se asegura la tarea que se está realizando.

- Disponer del diagrama eléctrico del banco de pruebas para recurrir cuando se necesite, puesto que alguna omisión de algún cable daría como resultado un error inminente y directo al correcto funcionamiento del banco.
- Realizar todos los procedimientos y pruebas necesarias que garanticen una excelente conexión.
- Ocupar las herramientas correctas y designadas para cada una de los procesos de armado del arnés.
- Aplicar todas las normas de seguridad, de la sección de Electricidad del CID-DIAF.

### **3.3. INSTALACIÓN DEL ARNÉS Y ELEMENTOS EN LA ESTRUCTURA FÍSICA DEL BANCO DE PRUEBAS.**

Una vez armado el arnés eléctrico se procede a instalarlo en la estructura del banco, luego se colocarán los elementos eléctricos como: circuit breakers, switches, luces pilotos en el orden que corresponda de acuerdo al diagrama eléctrico (figura 2.3), diseño de la estructura del banco de pruebas (figura 2.6), realizando los chequeos de continuidad, pin to pin, con el fin de verificar una correcta conexión de los elementos primero de una forma visual y luego con el multímetro ubicando el selector en la posición de continuidad.

El siguiente paso fue verificar que las válvulas de retorno (v. de bola) y la válvula reguladora de caudal (v. de aguja) con las cañerías y acoples (fittings) estén ajustadas correctamente y aseguradas.

Para realizar el ajuste de las cañerías, válvulas fue necesario utilizar las herramientas adecuadas: llaves No. 20, 21, rachas, para el ajuste de los

componentes eléctricos: destornilladores, pinza de presión, estación de suelda, lima (figura 3.7), con el fin de evitar daños en los mismos.



Fuente: Investigación de Campo

**Figura 3.6 Instalación de Elementos en el Banco de Pruebas**

### **3.3.1. Rotulación del Banco de Pruebas.**

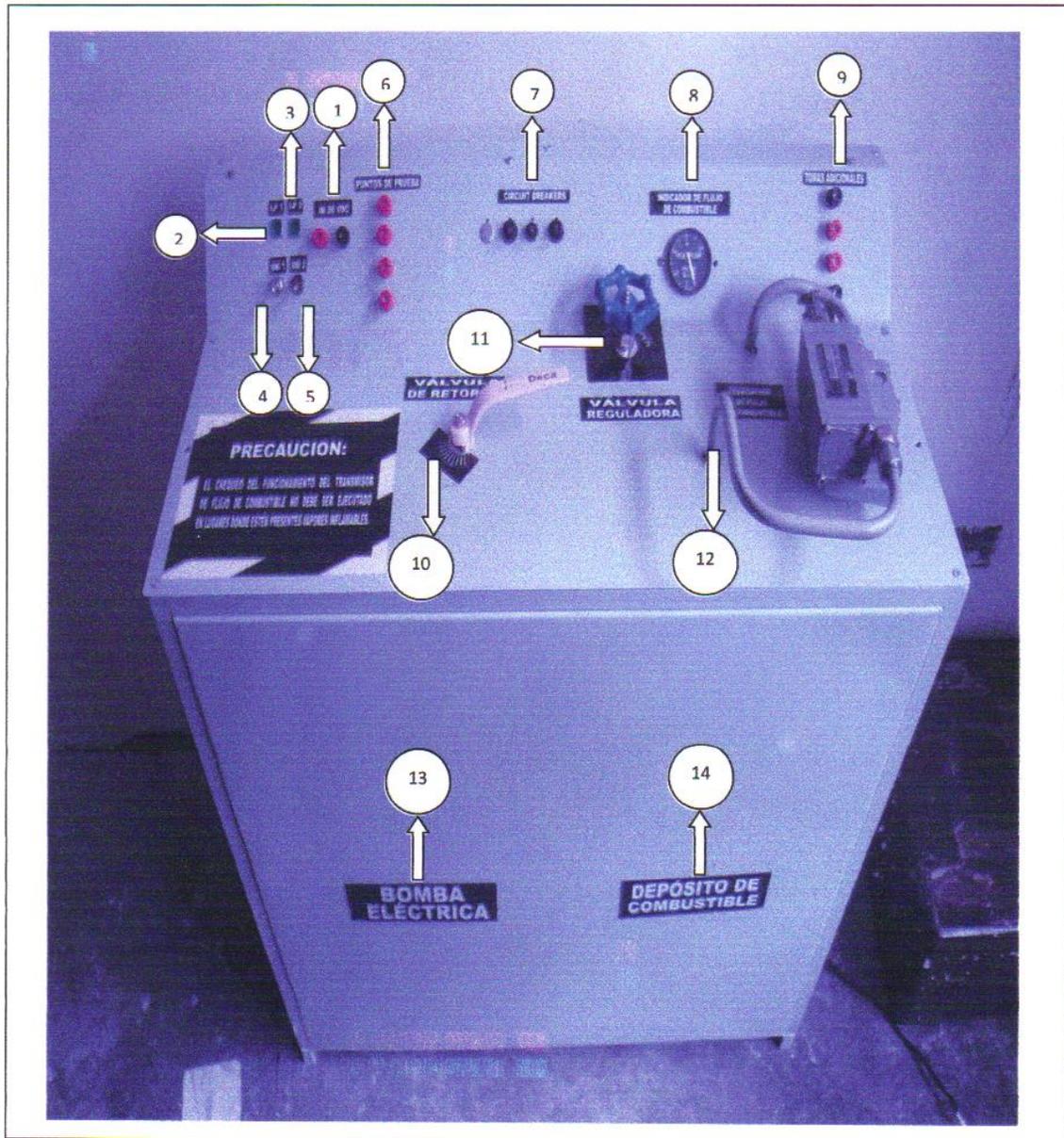
La rotulación identificará cada uno de los elementos del banco de pruebas y facilitará la operación del mismo.

Esta rotulación está impresa en papel adhesivo recubierto de un adhesivo transparente para garantizar de esta manera su durabilidad (figura 3.8).



### 3.4. NOMENCLATURA DEL BANCO DE PRUEBAS.

En esta parte se detalla la nomenclatura que se utilizó para identificar cada uno de los elementos que conforman el Banco de Pruebas (figura 3.8) y la función que cumplen cada uno de ellos.



Fuente: Investigación de Campo

Figura 3.8 Funciones del Banco de Pruebas

1. **Entrada 28 VCD.-** Son las borneras en donde se alimenta el banco de pruebas con 28 VDC.
2. **L.P. 1.-** Representa funcionamiento normal de la bomba eléctrica proveedora de caudal de combustible.
3. **L.P. 2.-** Representa la alimentación de los 28 VCD de la fuente variable de energía o similar.
4. **Switch 1.-** Es un switch de dos posiciones (ON\OFF), que activa a la bomba proveedora de caudal de combustible.
5. **Switch 2.-** Es un switch de dos posiciones (ON\OFF), que permite el paso de los 28 VCD de la fuente variable de energía o similar.
6. **Puntos de Prueba (Test Point).-** Son cuatro puntos de prueba de voltaje alterno de las bobinas del motor sincro del transmisor de flujo de combustible que permite tomar los valores censados del flujómetro.
7. **Circuit Breakers.-** Es un conjunto de tres breakers utilizados para la protección del banco de pruebas.
8. **Indicador de Fuel Flow.-** Es el instrumento Indicador de flujo de combustible en libras por hora PPH.
9. **Power Supply.-** Son dos tomas adicionales que proporciona el banco de pruebas de 26 y 115 VCA 400 Hz, permitirá comprobar los voltajes de salida del inversor.
10. **Válvula de Retorno.-** Permite el retorno de combustible al depósito con el objetivo de no sobrecargar al motor de la bomba para regímenes de bajo consumo de combustible.

**11. Válvula Reguladora de Caudal.-** Permite un estrangulamiento sensible del caudal, simulando los diferentes regimenes de consumo de combustible del motor.

**12. Cañerías.-** Son las encargadas de conducir el combustible (JP1) en el banco de pruebas.

**13. Bomba eléctrica.-** Encargada de proveer de combustible al transmisor de flujo de combustible a través de las cañerías.

**14. Depósito de Combustible.-** Almacena el combustible que fluye a través del banco de pruebas.

Terminada la construcción del banco de pruebas, se procedió a realizar las pruebas operacionales previas para verificar su correcto funcionamiento.

### **3.5. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS REQUERIDAS PARA REALIZAR LAS PRUEBAS OPERACIONALES EN EL BANCO DE PRUEBAS.**

Para realizar las pruebas operacionales se utilizarán los instrumentos y herramientas indicadas en la siguiente tabla:

**Tabla 3.1 Lista de Instrumentos - Herramientas para el chequeo del funcionamiento del Banco de Pruebas.**

<b>Instrumento – Herramienta</b>	<b>Finalidad</b>
Transmisor de Flujo de Combustible tipo Bendix 9133-25B1	Medirá el flujo de combustible que atraviesa por el y transmitirá a través de una señal eléctrica a un indicador.

Indicador de Fuel Flow.	Se observará la cantidad en libras por hora que atraviesa por el flujómetro.
Fuente de alimentación 28 VCD. (Ver anexo B)	Alimentará con VCD al banco de pruebas
Multímetro FLUKE	Medirá continuidad y los parámetros de voltaje del flujómetro.
Llaves mixtas No. 20, 21	Permitirá ajustar los acoples de las cañerías a los fittings del flujómetro.
Playo de plug	Permitirá ajustar el conector eléctrico al flujómetro.

### 3.5.1 Pasos previos realizados en el chequeo del Funcionamiento del Flujómetro en el Banco de Pruebas.

	Actividad
1	Instalé el transmisor de flujo de combustible una vez que ha sido dispuesto para realizar el chequeo de funcionamiento (utilice dos llaves mixtas No.20, 21 y un playo de plugs para el conector eléctrico P 197).
2	Verifiqué que la válvula de regulación de caudal del banco de pruebas este completamente cerrada.
3	Posicione la válvula de Retorno del banco de pruebas en la posición completamente abierta.

4	Comprobé que todas las conexiones eléctricas y cañerías de combustible del banco de pruebas estén seguras.
5	Verifiqué que todos los switches estén en posición OFF y los Circuit Breakers estén cerrados.
6	Fijé la fuente externa variable o similar en 28 VCD y conecte al banco de pruebas. (Ver anexo B)
7	Alimenté con 110 VAC 60 Hz al banco de pruebas para el funcionamiento de la bomba eléctrica.

Para realizar el chequeo operacional del banco de pruebas es necesario conocer los parámetros de voltaje alterno que envía el transmisor de flujo de combustible (motor sincro), hacia el indicador de flujo de combustible (Fuel Flow), estos parámetros de voltaje se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3.2 Voltajes de Referencia**

Tasa de Flujo	Voltajes de las bobinas del Sincro			
	A ^ B	A ^ D	C ^ D	A ^ B
100PPH	8.25	3.45	10.30	26
150PPH	3.90	7.90	11.80	26
200PPH	1.30	11.00	9.60	26
250PPH	6.60	12.00	5.30	26
300PPH	10.40	10.30	0.10	26
350PPH	12.00	6.25	5.80	26

400PPH	10.70	0.50	10.10	26
450PPH	6.35	5.65	12.00	26
500PPH	0.50	10.15	10.65	26
<b>Nota:</b> Los valores de voltaje tienen un rango de tolerancia de $\pm 0.10$ V. Estos valores fueron obtenidos en el banco de pruebas de un flujómetro con Overhaul del exterior.				

Estas medidas de voltaje fueron obtenidas en los puntos de prueba del banco, para lo cual se ha tomado como patrón principal un flujómetro con Overhaul del exterior, ya que este cuenta con: documento de trazabilidad No. 8130 donde se reparó, tarjeta amarilla que avaliza su correcto funcionamiento y puede ser instalado en el avión.

### **3.5.2. Recomendaciones Técnicas tomadas en cuenta para realizar las pruebas operacionales.**

- Antes de alimentar el sistema eléctrico del banco de pruebas verificar las conexiones realizadas.
- Concentrarse durante las pruebas operacionales ya que un error puede causar pérdida de tiempo y dinero.
- Utilizar las herramientas adecuadas durante las pruebas operacionales.
- Utilizar guantes de caucho para la instalación del transmisor de flujo ya que se va a estar en contacto con combustible tipo JP1.
- Evitar el error de paralaje.

- Los valores de voltaje deben ser tomados en forma ascendente y descendente con las tasas de flujo de combustible.

## CAPÍTULO IV

### **ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS**

En este capítulo se describe la cantidad y precio de cada uno de los elementos que se utilizó en el Diseño e Implementación del Banco de Pruebas para el chequeo del funcionamiento del Flujómetro de Combustible del Avión T-34C-1.

Todo el material utilizado para la construcción del banco se lo ha dividido en tres grupos para facilitar su estudio, y son:

- Material empleado para la construcción de la estructura, cañerías y válvulas del Banco de Pruebas.
- Material eléctrico y electrónico.
- Material de oficina y uso de equipos informáticos.

Parte del material utilizado en la realización del mencionado banco de pruebas fue tomado de la sección de electricidad y estructuras ya que el banco se quedará como un equipo más para esta sección. Los valores de los materiales eléctricos y electrónicos fueron facilitados por la sección de abastecimiento.

#### **4.1. MATERIAL EMPLEADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS.**

Este punto detalla cada uno de los materiales que se utilizó para la construcción de la estructura, cañerías y válvulas del banco de pruebas.

A continuación se enumera el material empleado mediante una tabla (tabla 4.1) en el cual consta la cantidad, detalle y el costo de cada uno de ellos.

**Tabla 4.1 Material Empleado para la Construcción de la estructura, cañerías y válvulas del banco de pruebas.**

<b>CANTIDAD</b>	<b>DETALLE</b>	<b>VALOR</b>
5 m	Tubo estructural	\$ 15.00
25 m <sup>2</sup>	Tool	\$ 40.00
1 kilo	Electrodos AGA	\$ 10.00
5 m	Cañerías	\$ 30.00
2	Fittings	\$ 96
11	Acoples	
1 lito	Primer	\$ 20
1 litro	Pintura plomo	\$ 10
1	Bomba de 1/2 HP	\$ 75
1	Válvula de aguja	\$ 52
1	Válvula de bola	\$ 12
2 rollos	Teflón	\$ 2.50
16	Tornillos	\$1
1	Depósito de Combustible	\$ 15
Sub-Total 1		371.50

#### 4.2. MATERIAL ELÉCTRICO.

Este punto hace referencia al material que se utilizó para realizar las diferentes conexiones eléctricas y a los elementos utilizados en la construcción del banco, en la siguiente tabla (tabla 4.2) se presentará la cantidad, detalle, número de parte y valor de cada uno de los materiales eléctricos empleados.

**Tabla 4.2 Material Eléctrico y Electrónico.**

CANT.	DETALLE	NUMERO DE PARTE	VALOR
1	Conector hembra	MS 3106F14S-5S	\$ 41.49
1	Conector hembra	MS 3106R18-9	\$ 27.65
1	Conector hembra	MS 3106R14S2S	\$ 14.00
1	Switch	1TL1-3	\$ 22.07
1	Switch	UNK	\$ 3.00
36 (ft)	Cable 22	M22759/16-22-9	\$ 10.00
5 (ft)	Cable 20	M22759/16-22-9	\$ 2.50
5 (ft)	Cable 18	M22759/16-22-9	\$ 2.50
3 (ft)	Cable 16	M22759/16-22-9	\$ 1.50
2.4 (ft)	Cable 14	M22759/16-22-9	\$2.50
10	Conectores hembra	UNK	\$ 5.00
3	Circuit breaker	MS26574-1	\$ 21.45

		MS26574-5	\$ 18.50
		MS26574-7-1-2	\$ 27.92
1	Luz piloto 110 VCA	UNK	\$ 1.50
1	Luz piloto 28 VCD	UNK	\$ 5.00
1	Indicador de Fuel Flow	104-384013-1	\$ 400
Sub- Total 2			\$ 606.58

#### 4.3. MATERIAL DE OFICINA Y USO DE EQUIPOS INFORMÁTICOS.

En la siguiente tabla (tabla 4.3) se detalla el material de oficina y el alquiler de equipos informáticos utilizados en la elaboración del proyecto de tesis.

**Tabla 4.3 Material de Oficina y Uso de Equipos Informáticos.**

CANTIDAD	DETALLE	VALOR
40 horas	Internet	\$ 20.00
300	Impresiones	\$ 30.00
3	Empastados de tesis	\$ 30.00
6	Discos	\$ 3.00
1	Varios	\$ 50.00
Sub-Total 3		\$ 160.00

#### 4.4. VALOR TOTAL DEL BANCO DE PRUEBAS.

El resultado de la suma de: material empleado para la construcción de la estructura y cañerías del Banco de Pruebas (Sub-total 1), material eléctrico (Sub-total 2) y material de oficina y uso de equipos informáticos (Sub-total 3) representa el valor total del banco descrito en la siguiente tabla (tabla 4.4).

**Tabla 4.4 Valor Total del Banco de Pruebas.**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR</b>
Material empleado para la construcción de la estructura y cañerías del Banco de Pruebas (Sub-total 1)	\$ 606.58
Material eléctrico (Sub-total 2)	\$ 371.50
Material de oficina y uso de equipos informáticos (Sub-total 3)	\$ 160.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1138.08</b>

## CAPÍTULO V

### PROCEDIMIENTO PARA LA VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL FLUJÓMETRO

Las actividades para realizar la verificación del Funcionamiento del Flujómetro en el Banco del Pruebas son:

Ord.	Actividad
1	Instale el transmisor de flujo de combustible una vez que ha sido dispuesto para realizar el chequeo de funcionamiento (utilice dos llaves mixtas No.20, 21 y un playo de plugs para el conector eléctrico P 197).
2	Verifique que la válvula de regulación de caudal esté completamente cerrada.
3	Posicione la válvula de Retorno en la posición completamente abierta.
4	Compruebe que todas las conexiones eléctricas y cañerías de combustible del banco de pruebas estén seguras.
5	Verifique que todos los switches estén en posición OFF y los Circuit Breakers estén cerrados.
6	Fije con la perilla de regulación de voltaje de la fuente Tektronix PS280 DC o similar en 28 VCD y conecte al banco de pruebas.
7	Alimente con 110 VAC 60 Hz al banco de pruebas para el funcionamiento de la bomba eléctrica.
8	Encienda el switch – SW 2
9	Verifique que se encienda la luz indicadora LP 2 de color verde de consumo de 28 VCD.

10	Verifique que se encere el indicador de Flujo de Combustible (Fuel Flow).
11	Verifique los voltajes de salida de 115 y 26 VCA 400 Hz del inversor en la toma adicional del banco de pruebas.
12	Encienda el switch – SW 1
13	Verifique que se encienda la luz piloto LP 1 de color verde y que el funcionamiento de la bomba sea correcto
14	Posicione la válvula de retorno en la posición 1.
15	Abra lentamente la válvula de regulación de flujo de combustible controlando con el indicador, que su indicación máxima varíe de 10 libras por hora (PPH) hasta llegar a 100 PPH y mantenga hasta que se estabilice.
16	Mida con el multímetro en los puntos de prueba de voltaje de las bobinas del motor sincro rotulados A, B, C, D, como indica la siguiente tabla.

**TABLA 5.1. VOLTAJES DE REFERENCIA**

Tasa de Flujo	Voltajes de las bobinas del Sincro							
	A ^ B	Rev.	A ^ D	Rev.	C ^ D	Rev.	A ^ B	Rev.
100PPH	8.25		3.45		10.30		26	
150PPH	3.90		7.90		11.80		26	
200PPH	1.30		11.00		9.60		26	
250PPH	6.60		12.00		5.30		26	

350PPH	12.00		6.25		5.80		26	
400PPH	10.70		0.50		10.10		26	
450PPH	6.35		5.65		12.00		26	
500PPH	0.50		10.15		10.65		26	

**Nota:** Los valores de voltaje tienen un rango de tolerancia de  $\pm 0.10$  V. Estos valores fueron obtenidos en el banco de pruebas de un flujómetro con Overhaul del exterior.

17	Verifique que los valores de voltaje de referencia estén dentro de los parámetros establecidos.
18	Registre los valores obtenidos en la tabla de referencia correspondiente del transmisor de flujo de combustible que se este chequeando el funcionamiento, si se enmarcan dentro de los parámetros respectivos pasará correctamente el chequeo.
19	Apague el banco de pruebas poniendo primero el switch SW – 2 y luego el SW 1 en la posición OFF
20	Cierra la válvula de regulación de flujo de combustible y la válvula de retorno.
21	Desconecte la fuente variable externa o similar del banco de pruebas.
22	Desconecte la alimentación de 110 VCA 60 Hz.
23	Retire el transmisor de flujo de combustible del banco de pruebas, con las llaves No. 20 – 21 y el playo de plugs.

24	Posteriormente este equipo debemos instalarlo en un avión T-34C-1 disponible según M.M. Cap. 73-30-00 Pag. 201 y correr motores en tierra para su verificación según orden de ingeniería CID-DIELEC 0.33 paso 3.7 Pag. 1-79.
----	--

**ADVERTENCIA:** El chequeo del funcionamiento del transmisor de flujo de combustible no debe ser ejecutado en lugares donde estén presentes vapores inflamables.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS**

En este capítulo se describe la cantidad y precio de cada uno de los elementos que se utilizó en el Diseño e Implementación del Banco de Pruebas para el chequeo del funcionamiento del Flujómetro de Combustible del Avión T-34C-1.

Todo el material utilizado para la construcción del banco se lo ha dividido en tres grupos para facilitar su estudio, y son:

- Material empleado para la construcción de la estructura, cañerías y válvulas del Banco de Pruebas.
- Material eléctrico y electrónico.
- Material de oficina y uso de equipos informáticos.

Parte del material utilizado en la realización del mencionado banco de pruebas fue tomado de la sección de electricidad y estructuras ya que el banco se quedará como un equipo más para esta sección. Los valores de los materiales eléctricos y electrónicos fueron facilitados por la sección de abastecimiento.

#### **4.1. MATERIAL EMPLEADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS.**

Este punto detalla cada uno de los materiales que se utilizó para la construcción de la estructura, cañerías y válvulas del banco de pruebas.

A continuación se enumera el material empleado mediante una tabla (tabla 4.1) en el cual consta la cantidad, detalle y el costo de cada uno de ellos.

- La implementación del Banco de Pruebas permitirá ahorrar tiempo durante el chequeo del funcionamiento del flujómetro ya que se lo realiza en el laboratorio con todos los instrumentos a la mano.
- La construcción del Banco de Pruebas tiene un costo de \$ 1138.08 sin tomar en cuenta el valor de la mano de obra ya que todo el trabajo se lo realizó como proyecto de tesis, valor que no es significativo si se toma en cuenta las siguientes ventajas:
  - El Banco de Pruebas representa un ahorro significativo de tiempo y dinero para el CID-DIAF, ya que el chequeo del Flujómetro se lo realiza en el exterior con costos muy elevados y además tardan demasiado tiempo en retornar al país.
  - El proyecto de modernización de la flota de aviones T-34C-1 contará con un equipo que permita chequear el correcto funcionamiento del Flujómetro.

## **6.2. RECOMENDACIONES.**

- Se debe adquirir los equipos y herramientas para realizar reparaciones, calibraciones de los flujómetros, además se deberá implementar los respectivos procedimientos para realizar estos trabajos.
- Se debe realizar un inventario de las diferentes partes que conforman el flujómetro para adquirir las mismas en el exterior y poder reparar en el laboratorio del CID-DIAF.

- El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) debe continuar incentivando a sus alumnos para realizar los proyectos requeridos por las compañías de aviación con el objetivo de poner en práctica los conocimientos teóricos-prácticos obtenidos durante el periodo de estudio.
- El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) debe informar a la ESMA, Naval acerca del Banco de Pruebas ya que estas entidades cuentan con aviones T-34C-1 y otras aeronaves que utilizan el mismo transmisor de flujo de combustible, con el fin de chequear los flujómetros de sus aviones promoviendo de esta manera el campo estudiantil de las carreras del Instituto.

## BIBLIOGRAFÍA

- BEEHCRAFT T-34C-1, Manual de Mantenimiento, capítulo 28, octubre - 77.
- Orden Técnica Bendix Instruments Life Support Division, Chap\Sec. No. 73-30. Publicacion 3874-68.
- Instrumentos del Avión E.H.J. Pallet Cap. 13 pag. 344

## Referencias de Internet

- <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF36.html>
- <http://pdf.rincondelvago.com/sistemas-combustibles.html>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Potenci%C3%B3metro\\_\(resistencia\\_variable\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Potenci%C3%B3metro_(resistencia_variable))
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Turbina>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Pi%C3%B1%C3%B3n\\_\(mecanismo\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Pi%C3%B1%C3%B3n_(mecanismo))
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Velocidad\\_angular](http://es.wikipedia.org/wiki/Velocidad_angular)

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

<b>PRESIÓN:</b>	Se define como la fuerza por unidad de superficie donde: P es la presión, F es la fuerza normal y A es el área.
<b>CAUDAL:</b>	Es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento (cañería), en la unidad de tiempo.
<b>VELOCIDAD ANGULAR (<math>\omega</math>):</b>	También conocida como frecuencia angular o pulsación es una medida de la velocidad de rotación. Se mide en radianes por segundo.
<b>COJINETE</b>	Es una pieza de metal u otro material en la que se apoya y gira cualquier eje de maquinaria. Los cojinetes pueden ser de dos tipos: de bolas o rodillos y de camisa.
<b>CARBURADOR:</b>	Sirve para administrar el ingreso de combustible a la cámara de combustión, la función es proporcionar una correcta mezcla de aire/combustible.
<b>POTENCIÓMETRO:</b>	Es un resistor al que le puede variar el valor de su resistencia. De esta manera, indirectamente se puede controlar la intensidad de corriente que hay por una línea si se conecta en serie, o la diferencia de potencial de hacerlo en paralelo.
<b>MOTOR SINCRÓ:</b>	Se llama sincro a un motor cuyo rotor es capaz de adoptar de forma precisa cierto ángulo que coincide con el ángulo que se gira el eje del controlador, llamado sincrogenerador.
<b>RELÉ:</b>	Conmutador eléctrico especializado que permite controlar un dispositivo de gran potencia mediante un dispositivo de potencia mucho menor.
<b>EJE:</b>	Elemento con geometría, que se emplea como soporte de piezas giratorias pero no transmite ningún esfuerzo de torsión, a diferencia del árbol de transmisión

<b>IMAN:</b>	Es un cuerpo o dispositivo con un campo magnético significativo, de forma que tiende a alinearse con otros imanes (por ejemplo, con el campo magnético terrestre).
<b>TURBINA:</b>	Máquinas de fluido, a través de las cuales pasa un fluido en forma continua y este le entrega su energía a través de un rodete con paletas o álabes.
<b>VELETA:</b>	Pieza de metal que gira alrededor de un eje impulsada por el paso de combustible.
<b>PIÑÓN:</b>	Rueda de menos dientes de las dos que forman un engranaje.
<b>PALANCA DE CONTROL DE POTENCIA</b>	Es una palanca que controla la potencia del motor de la aeronave, ya sea para aumentarla o disminuirla.
<b>PRIMER</b>	Es una pintura especial color verde utilizada en los aviones como fondo para luego aplicar la pintura del final.
<b>PRUEBA PIN TO PIN</b>	Es una prueba de continuidad realizada con un multímetro para comprobar que un circuito o un arnés eléctrico está correctamente armado.
<b>VÁLVULA DE BOLA:</b>	Son de $\frac{1}{4}$ de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola $90^\circ$ y cierra el conducto.
<b>VÁLVULA DE AGUJA:</b>	Logra estrangulamientos muy precisos, con grandes presiones y/o grandes temperaturas, el vástago suele acabar en forma de aguja ajustándose de forma precisa al asiento, asegurando el cierre con el mínimo esfuerzo.

## TERMINOLOGÍA

OFF	APAGADO – DESACTIVADO
ON	ENCENDIDO – ACTIVADO
PCL	PALANCA DE CONTROL DE POTENCIA
TB	TERMINAL BOARD = REGLETA DE TERMINALES
VCD	VOLTAJE DE CORRIENTE DIRECTO
VCA	VOLTAJE DE CORRIENTE ALTERNA
PSI	POUNDS PER SQUARE INCH (UNIDAD DE PRESIÓN EQUIVALE A 1 LIBRA POR PULGADA CUADRADA)

# **A N E X O S**

## ANEXO A

### Especificaciones y Diagrama Eléctrico del Inversor

- Altitud: 45000 pies
- Eficiencia: 70% typical
- Temperatura: -65<sup>o</sup> F. a 160<sup>o</sup> F
- Entrada de voltaje Input: 28.0 VDC
- Peso: 7.5 Libras
- Factor de Potencia: 0.8 a 1
- Potencia: 250 VA



## ANEXO B

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FUENTE VARIABLE DE ALIMENTACIÓN TEKTRONIX PS280 DC:

**VOLTAJE DE SALIDA:**

0 – 32 VDC.

0 – 32 VDC.

**POTENCIA DE LA FUENTE:**

**FRECUENCIA DE LA FUENTE:**

**CORRIENTE DE SALIDA:**

0 – 2 A. Independiente

0 – 3 A. Paralelo

386 VA

50 – 60 HZ



**Fuente:** Investigación de Campo

**FUENTE VARIABLE DE ALIMENTACIÓN**

# HOJA DE VIDA

## DATOS PERSONALES

**APELLIDOS** : Bonilla Yucailla  
**NOMBRES** : Diego Fernando  
**FECHA DE NACIMIENTO** : 26 de junio de 1985  
**ESTADO CIVIL** : Soltero

## ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIA** : Escuela Juan Montalvo  
**SECUNDARIA** : Instituto Tecnológico Superior Bolívar  
**SUPERIOR** : Instituto tecnológico Superior Aeronáutico