

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE ELECTRÓNICA

**CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE
COMPROBACIÓN PARA EL CHEQUEO FUNCIONAL DEL
GENERADOR TACÓMETRO E INDICADORES DE RPM DEL
AVIÓN T35B-PILLAN.**

POR:

CBOS. EL. AV. VERA YAGUAL JUAN JOSÉ

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

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

2009

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. Cbos. El. Av. VERA YAGUAL JUAN JOSÉ, como requerimiento parcial para la obtención del título de Tecnólogo en ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.

SGOP Cristobal Medina

Latacunga, 17 de Diciembre 2009

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado en primer lugar a Dios nuestro Señor todo poderoso que gracias a su voluntad y bendiciones permitió el éxito alcanzado, a mis padres Lcdo. José Vera y Rosa Yagual pilares fundamentales ya que con sus consejos y apoyo incondicional han logrado guiarme por el camino del bien.

A mi amada esposa Rosa Tomalá por su comprensión cariño y afecto que siempre me brinda; a mis queridas hijas Kristhel y Maite que son las personas por las que me esfuerzo cada día.

JUAN JOSÉ VERA YAGUAL

Cbos. El. Av.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios por brindarme la vida, a mis Padres por estar siempre en los momentos mas difíciles de mi vida con ese apoyo constate, a mi Esposa e Hijas las personas a quienes amo y respeto, a mis Hermanos por sembrar en mi sentimientos de apoyo y confianza como una parte esencial en mi vida.

Al Personal Docente de la Carrera de Aviónica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, los mismos que con sus bastos conocimientos sirvieron como pilar fundamental para concluir a este proyecto.

A la Armada del Ecuador por permitir especializarme y ser una persona competitiva en el ámbito tanto profesional como militar, a todo el personal de la sección Electricidad de la Estación Aeronaval de Manta por brindarme la ayuda necesaria que necesitaba.

JUAN JOSÉ VERA YAGUAL

Cbos. El. Av.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación e importancia	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Generales	4
1.3.2 Específicos.....	4
1.4 Alcance.....	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del Avión T-35B Pillan.....	6
2.1.1 Especificaciones Generales.....	6
2.2 Grupo Motopropulsor.....	8
2.2.1 Características Principales del Motor.....	8
2.3 Sistemas de Instrumentos.....	9
2.3.1 Instrumentos del Motor	10
2.3.2 Indicador de Temperatura de Cabeza de Cilindro.....	11
2.3.3 Indicador de Presión de aceite.....	12
2.3.4 Indicador de Presión de Combustible.....	13
2.3.5 Indicador de Temperatura de Gases de Escape.....	14
2.3.6 Indicador de Presión de Carga y Flujo de Combustible.....	15
2.3.7 Indicador de Temperatura de aceite.....	16
2.3.8 Indicador Tacómetro.....	17

2.4 Tacómetro.....	17
2.5 Revoluciones por Minuto (RPM).....	18
2.6 Sistema Generador Tacómetro e Indicador de RPM.....	19
2.6.1 Descripción.....	19
2.6.2 Generador Tacómetro.....	19
2.6.2.1 Requerimientos Generales.....	21
2.6.2.2 Señales de Salida del Generador Tacómetro.....	22
2.6.3 Indicador Tacómetro.....	22
2.6.3.1 Requerimientos Generales.....	23
2.6.3.2 Escala de Error.....	25

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares.....	27
3.2 Propósito.....	27
3.3 Construcción del Módulo de Comprobación.....	27
3.4 Descripción de los Elementos del Módulo de.....	
Comprobación.....	28
3.4.1 Generador Tacómetro.....	28
3.4.2 Motor Electrico.....	28
3.4.3 Indicador Tacómetro.....	29
3.4.4 Resistencia.....	30
3.4.5 Diodos.....	30
3.4.6 Capacitor.....	31
3.4.7 Transistor.....	31
3.4.8 Relé.....	32

3.4.9 Transformador.....	32
3.4.10 LCD (Display Cristal Liquid).....	33
3.4.11 Microcontrolador PIC16F877A.....	34
3.5 Síntesis del Manejo del Software Pic Basic Pro.....	35
3.6 Síntesis del Manejo del Software IC - PROG.....	38
3.7 Síntesis del Manejo del Software Proteus	40
3.8 Diagrama del Módulo de Comprobación	42
3.8.1 Diagrama de la Fuente de Poder y del circuito de	
control	43
3.9 Elementos Requeridos	44
3.10 Materiales Adicionales	45
3.11 Montaje del Circuito en Protoboard	45
3.12 Montaje Total del Circuito en Protoboard	47
3.13 Diseño del Circuito Impreso y Placa.....	47
3.14 Circuito Impreso de la Fuente de Poder y de Control	48
3.15 Construcción de la estructura del Módulo de	
Comprobación	49
3.15.1 Diseño	49
3.15.2 Corte de Lámina	49
3.15.3 Abertura en la Estructura	50
3.15.4 Armado de las Estructuras	51
3.15.5 Pintura de la Estructura	52
3.15.6 Montaje de los Elementos y Rotulado	53
3.15.7 Armado del Arnés Eléctrico	54
3.16 Recomendaciones Técnicas.....	55
3.17 Implementación del Módulo de Comprobación.....	57
3.17.1 Disponibilidad de módulos de comprobación	57
3.17.2 Espacio Físico Adecuado	58
3.17.3 Fuente de poder externa	58

3.18 Prueba de Funcionamiento	59
3.19 Estudio Técnico	60
3.19.1 Funcionalidad	60
3.19.2 Rendimiento	60
3.19.3 Facilidad de Operación y Control	61
3.19.4 Mantenimiento	61
3.19.5 Proceso de construcción	61
3.19.6 Fiabilidad	61
3.20 Estudio Económico	62
3.20.1 Costo de fabricación	62
3.20.2 Costo de Operación	62
3.21 Aspecto Complementario	62
3.21.1 Tamaño	62
3.22 Análisis Costo-Beneficio	63
3.23 Elaboración de Manuales	67
3.23.1 Manual de operación	67
3.23.2 Proceso de energización del módulo	
de comprobación	67
3.23.3 Instrucciones de trabajo	68
3.23.4 Manual de procedimientos de prueba	69

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	71
4.2 Recomendaciones	72
Glosario	73
Bibliografía	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Señales del Generador.....	22
Tabla 2.2: Señales del Generador e Indicador con escala de error	26
Tabla 3.1: Herramientas Requeridas para la Construcción del	
Banco Comprobador.....	56
Tabla 3.2: Recurso Humano.....	63
Tabla 3.3: Recurso Material	64
Tabla 3.4: Costo Primario	65
Tabla 3.5: Costo Secundario.....	66
Tabla 3.6: Costo total del proyecto.....	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Avión T35B-Pillan	6
Figura 2.2: Dimensiones del Avión T-35B Pillan	7
Figura 2.3: Dimensiones Principales del Motor	9
Figura 2.4: Panel Delantero del Avión T-35B Pillan.....	10
Figura 2.5: Instrumentos del motor.....	10
Figura 2.6: Instrumentos del Motor y ubicación en las cabinas.....	11
Figura 2.7: Indicador de Temperatura de Cabeza de Cilindro	12
Figura 2.8: Indicador de Presión de Aceite.....	13
Figura 2.9: Indicador de Presión de Combustible	14
Figura 2.10: Indicador de Temperatura de Gases de Escape.....	15
Figura 2.11: Indicador de Presión de Carga y Flujo de Combustible.....	16
Figura 2.12: Indicador de Temperatura de Aceite.....	16
Figura 2.13: Indicador Tacómetro.....	17
Figura 2.14: Tacómetro.....	18
Figura 2.15: Generador Tacómetro.....	20
Figura 2.16: Ubicación del Generador Tacómetro en el Avión.....	20
Figura 2.17: Señales de Entrada y Salida del Generador Tacómetro.....	20
Figura 2.18: Dimensiones del Generador Tacómetro	21
Figura 2.19: Ubicación del Indicador Tacómetro	23
Figura 2.20: Dimensiones del Indicador Tacómetro	24
Figura 2.21: Configuración del conector del Indicador Tacómetro.....	24
Figura 3.1: Generador Tacómetro.....	28
Figura 3.2: Motor DC.....	29
Figura 3.3: Indicador Tacómetro.....	29

Figura 3.4: Resistencia.....	30
Figura 3.5: Tipos de diodos.....	30
Figura 3.6: Capacitor.....	31
Figura 3.7: Tipos de transistores.....	31
Figura 3.8: Configuración interna del relé y aspecto físico del relé.....	32
Figura 3.9: Transformador.....	33
Figura 3.10: LCD.....	33
Figura 3.11: Microcontrolador 16F877A.....	34
Figura 3.12: Configuración de los puertos del 16F877A.....	35
Figura 3.13: Ventana del Software Pic Basic Pro.....	36
Figura 3.14: Ventana del Software IC-PROG.....	38
Figura 3.15: Ventana del programa de PROTEUS.....	41
Figura 3.16: Ventana de componentes del programa de PROTEUS.....	42
Figura 3.17: Diagrama del Circuito de control y fuente de poder.....	44
Figura 3.18: Fuente de poder montada en protoboard.....	46
Figura 3.19: Circuito de control montado en protoboard.....	46
Figura 3.20: Montaje completo.....	47
Figura 3.21: Circuito impreso de la fuente de poder y circuito de control creado en el programa ARES de PROTEUS.....	48
Figura 3.22: Placa de la Fuente de Poder Y circuito de Control.....	48
Figura 3.23: Diseño de la Estructura para el Módulo de Comprobación.....	49
Figura 3.24: Corte y Doblado de la lámina.....	50
Figura 3.25: Aberturas en la Estructura.....	51
Figura 3.26: Partes que conforman la Estructura del Módulo.....	52
Figura 3.27: Estructura del Módulo de Comprobación.....	52

Figura 3.28: Elementos en la placa de baquelita y colocados en la estructura	53
Figura 3.29: Rotulado de los Elementos	54
Figura 3.30: Arnés Eléctrico	55
Figura 3.31: Espacio físico adecuado	58
Figura 3.32: Fuente de poder externa	59
Figura 3.33: Funcionamiento del Módulo de Comprobación	60

INDICE DE ANEXOS

Anexo A Anteproyecto del Trabajo de Investigación.....	76
Anexo B Observación de la situación actual de los sistemas de..... instrumentos de medición del motor del avión T-35B Pillan.....	113
Anexo C Encuesta dirigida al personal técnico de la sección T35B-Pillan de la “ESTACIÓN AERONAVAL DE MANTA”	114
Anexo D Informe de Aceptación de Usuario.....	118
Anexo E Manual Electric Tachometer System.....	119
Anexo F Circuito de indicadores del motor.....	123
Anexo G Detalle del programa.....	125
Anexo H Tabla de Pruebas.....	127

RESUMEN

La Aviación Naval desempeña un papel muy importante dentro de La Armada del Ecuador, en el año 2003 adquirió cuatro aviones T-35B Pillan para el entrenamiento de los pilotos, estos aviones necesitan un alto grado de preparación y alistamiento constante por parte del personal de técnicos en todos sus sistemas. Ya que La Aviación Naval no cuenta con módulos de comprobación para los equipos de estos aviones surge la necesidad de implementarlos.

Este proyecto tiene como fin, cumplir con una función básica, de mucha utilidad ya que se dan casos en los cuales por falta de un módulo de comprobación en nuestros laboratorios, muchos trabajos que los pueden realizar los técnicos se los ha enviado a realizar en otras instituciones en nuestro país o al exterior.

La utilidad que tiene el módulo es muy favorable frente al costo que derivó construir el mismo, ahora se contará con un dispositivo que ayudará mucho a cumplir con los elementos de seguridad que se exige en el mantenimiento, calibración y reparación del sistema del Generador Tacómetro e indicadores de rpm del avión T-35B Pillan.

Para facilitar la operación del banco se detalló los procesos de construcción, diagramas, manual de operación.

SUMARY

The Naval Aviation plays a very important rol inside The Armada of the Ecuador, in the year 2003 it acquired four airplanes T-35B Pillan for pilots training, these airplanes need a high preparation standard and constant enlistment by the technicians personnel in all their systems. Since The Naval Aviation doesn't have confirmation modules for the teams of these airplanes the necessity of implementing them stands.

This project objective is to fulfill a basic function, a very use full one, since there are cases in which the lack of confirmation modules in our laboratories, many works that our technicians can carry out have been sent away to other institutions in our country or to the exterior.

The utility that the module has is very favorable according to the cost that resulted be building the same one, now we have a device that will help to fulfill the safe-deposit elements that are demanded in the maintenance, calibration and repairment of the system of the Generating Tachometer and indicators of rpm of the airplane T-35B Pillan.

In order to facilitate the operation of the bank it was detailed the construction processes, diagrams, operation manual.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

Después de haber realizado el Anteproyecto como trabajo de investigación cuyo propósito era analizar e indagar la situación actual del sistema de instrumentos del motor del Avión T-35B Pillan, se encontró que una de las falencias más frecuentes que existían en este sistema es la de los Generadores Tacómetros e indicadores de RPM. (Ver Anexo A).

1.2 Justificación e Importancia

La Estación Aeronaval de Manta tiene como avión de instrucción al T-35B Pillan, estos tienen motores recíprocos, una de las más frecuentes discrepancias en lo que respecta a la sección de instrumentos de medición del motor son la de los generadores tacómetros y los indicadores de RPM.

En vista de esto surge la necesidad de implementar un módulo de comprobación para la verificación operacional de este sistema el cual constituye una herramienta primordial para optimizar el buen desempeño de las aeronaves, lo antes expuesto impedirá que las aeronaves dejen de ser comprobadores de funcionamiento, así como disminuir el riesgo de dañar los mecanismos o dispositivos mientras se realiza todo tipo de pruebas, tratando de aprovechar al máximo su vida útil y así ahorrarnos factor tanto económico como tiempo.

Contribuyendo así a la Institución y ayudando al mejor rendimiento del personal que opera y trabaja en estas aeronaves, además prestar una ayuda de guía para el nuevo personal que llegue a laborar en la División de Electricidad. De esta manera conseguir que las inspecciones que se realicen en estas aeronaves sean más efectivas, eficientes y listas para el cumplimiento de sus operaciones.

De ahí el valor de la “**CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE COMPROBACIÓN PARA EL CHEQUEO FUNCIONAL DEL GENERADOR TACÓMETRO E INDICADORES DE RPM DEL AVIÓN T-35B PILLAN**”.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Optimizar el rendimiento operativo de las aeronaves T35B-Pillan evitando la pérdida de tiempo y recursos mediante la construcción e implementación de un módulo de comprobación para el chequeo funcional del Generador Tacómetro e indicadores de RPM.

1.3.2 Específicos

- Recopilar información del Manual General de Mantenimiento del avión T-35B Pillan Capítulo 24 (Sistema Eléctrico).
- Investigar las características, ubicación, funcionamiento e importancia de los elementos que conforman el sistema del Generador Tacómetro e indicadores de RPM.

- Construir un módulo de comprobación para el chequeo funcional del Generador Tacómetro e indicadores de RPM.
- Construir una estructura en la cual encaje cómodamente el equipo que se va comprobar.
- Establecer la importancia que tiene la construcción del módulo de comprobación.
- Comprobar el funcionamiento operacional del Proyecto de Grado.
- Contribuir a la Escuela de Aviación Naval con un módulo de comprobación, como una herramienta para la instrucción del personal técnico.
- Mejorar y facilitar el desempeño de las labores diarias, a los técnicos que forman parte del Departamento de Mantenimiento y que están a cargo de dichas aeronaves.

1.4 Alcance

En el presente proyecto de grado están involucrados todo el personal de la Sección de Electricidad que laboran en el Departamento de Mantenimiento para dar un diagnóstico real de operatividad del módulo de comprobación para el Generador Tacómetro e Indicadores de RPM y así realizar un trabajo eficiente y de mejor manera, para con ello alcanzar estándares de calidad muy altos y llegar a ser una sección fuertemente operativa.

También se constituye en una herramienta que fortalezca el sistema educativo de la ESCUELA DE AVIACIÓN NAVAL, en la formación de nuevos técnicos, al utilizarlo dentro del plan académico como material de apoyo pedagógico en las materias de Aviónica e Instrumentación y Sistema Eléctrico del Avión.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del Avión T35B-Pillan

El Avión T-35B PILLAN fabricado por la Empresa Nacional Aeronáutica chilena ENAER es totalmente metálico monomotor de ala baja con tren de aterrizaje triciclo retráctil, cada cabina está equipada con un juego de controles de vuelo y un tablero completo de instrumentos de motor y navegación. El T-35 está fabricado para cumplir funciones de instrucción básica.



Fig. 2.1. Avión T35B-Pillan
Fuente: Investigación de Campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.1.1 Especificaciones Generales

- Tripulación: 2 (alumno e instructor).
- Longitud: 8,00 m.
- Envergadura: 8,84 m.

- Altura: 2,64 m.
- Planta motriz: 1 motor de 6 cilindros opuestos (300BHP).
- RPM al 100%: 2700 RPM.
- Capacidad para vuelo invertido.
- Capacidad y tipo de combustible: 77 Gls de 100LL (AVGAS).¹

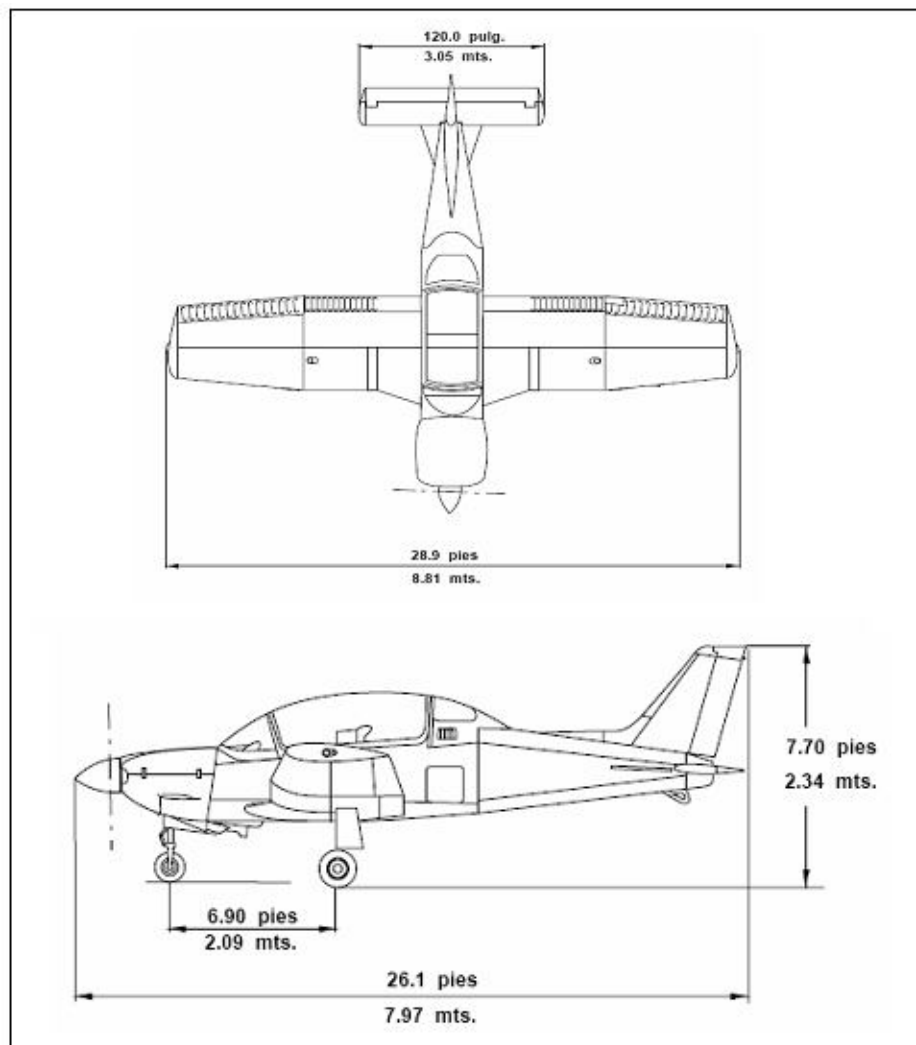


Fig. 2.2. Dimensiones del Avión T-35B Pillan

Fuente: Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

Realizado por: Cbos. Vera Juan

¹ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

2.2 Grupo Motopropulsor

El grupo motopropulsor está constituido por un motor LYCOMING de seis cilindros horizontales opuestos, refrigerados por aire, con una potencia al 100% de 2700 RPM. Incorpora además una hélice Hartzell de tres palas, de transmisión directa, velocidad constante y paso variable.

El motor está equipado con un sistema de inyección directa de combustible, que establece un flujo de combustible proporcional al flujo del aire.²

2.2.1 Características Principales del Motor

- Fabricante: Lycoming.
- Modelo: IO-540-k1k5.
- Tipo: 6 cilindros opuestos.
- Potencia: 300 BHP (2700 RPM al 100%).
- Peso del motor: básico seco 469,00 lbs.
- Combustible: Avgas 100LL.
- Rotación del eje: Horaria.
- Rotación de magnetos: Horaria.
- Rotación del motor de partida: Antihoraria.
- Rotación del alternador: Horaria.
- Rotación del Generador Tacómetro: Horaria.³

² Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

³ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

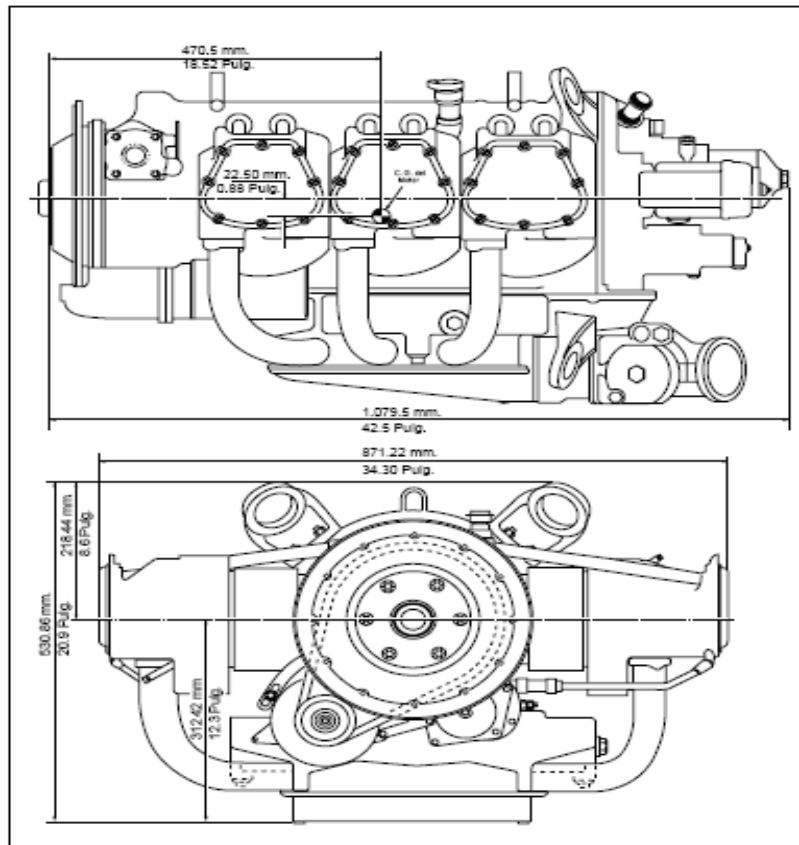


Fig. 2.3. Dimensiones Principales del Motor

Fuente: Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.3 Sistema de Instrumentos

El avión está dotado de un completo sistema de instrumentos, instalados en paneles tanto en la cabina delantera como en la trasera, los cuales entregan información de los sistemas del avión, de navegación, del motor y vuelo.⁴

⁴ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan



Fig. 2.4. Panel Delantero del Avión T-35B Pillan

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.3.1 Instrumentos del Motor

Estos instrumentos van agrupados en el costado derecho del panel central, como lo indica la fig. 2.5, y son los que dan indicación de diferentes parámetros del motor, estos instrumentos son los siguientes:

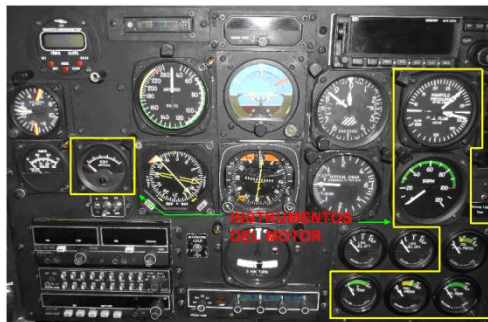


Fig. 2.5. Instrumentos del motor

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera

- Indicador de temperatura de cabeza de cilindros (5).
- Indicador de presión de aceite (6).
- Indicador de presión de combustible (7).
- Indicador de temperatura de gases de escape (3).

- Indicador de presión de carga y flujo de combustible (1).
- Indicador tacómetro (2).
- Indicador de temperatura de aceite (4).⁵

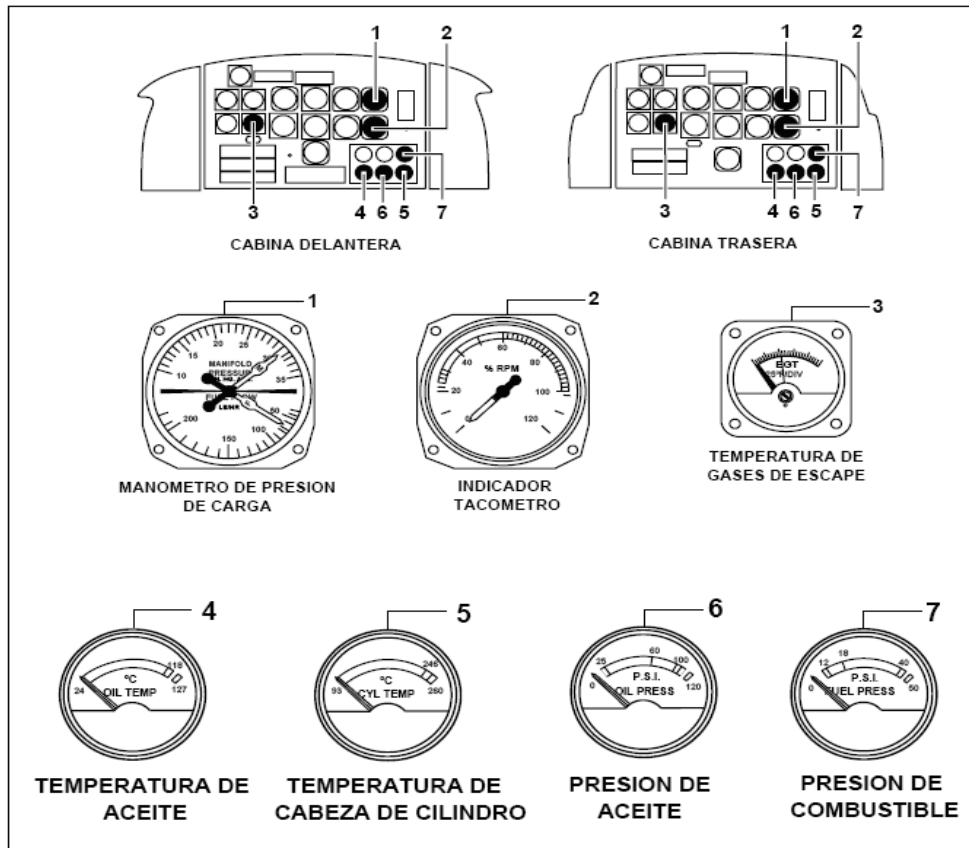


Fig. 2.6. Instrumentos del Motor y ubicación en las cabinas
Fuente: Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan
Realizado por: Cbos. Vera

2.3.2 Indicador de Temperatura de Cabeza de Cilindro

Este sistema está compuesto por una resistencia dentro de un bulbo que va ubicado en la cabeza del cilindro N° 4, bajo la bujía, conectado a la barra de 28 V_{DC}, y a los dos indicadores, uno en cada panel central, graduados en grados Celsius.⁶

⁵ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

⁶ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

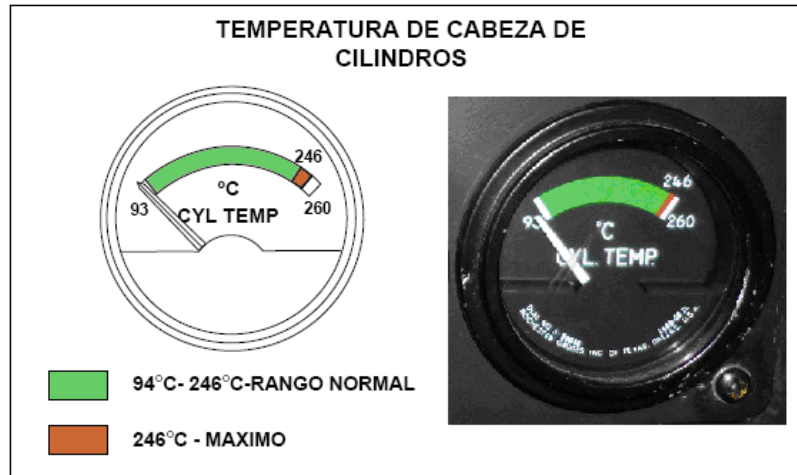


Fig. 2.7. Indicador de Temperatura de Cabeza de Cilindro

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.3.3 Indicador de Presión de Aceite

El sistema recibe la indicación de presión por medio de una manguera conectada al motor, en la sección de accesorios, sobre el magneto derecho. Esta presión llega hasta un transmisor, donde actúa un reóstato que hace variar la corriente que circula por el sistema, la que es medida en ambos indicadores graduados en libras por pulgada cuadrada (PSI).

El sistema está conectado a la barra de 28 V_{DC} del avión, incluye un interruptor de baja presión, ubicado en el cortafuego, junto al transmisor, para advertir a través de una luz en el panel de fallas, cualquier anomalía que produzca una baja de presión en el sistema de lubricación del motor.⁷

⁷ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

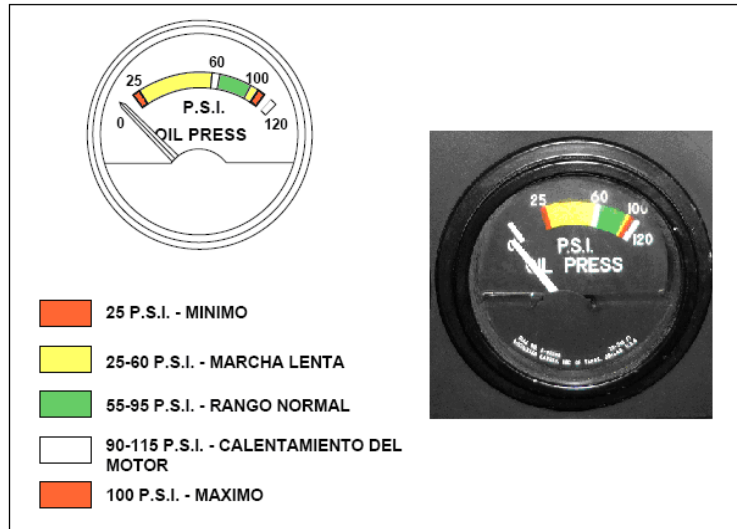


Fig. 2.8. Indicador de Presión de Aceite

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.3.4 Indicador de Presión de Combustible

El sistema es muy similar al indicador de presión de aceite en su funcionamiento y componentes. Toma la presión en el servo inyector de combustible y desde ahí va a través de una manguera hasta el transmisor, ubicado al extremo izquierdo del cortafuego, donde hace variar la corriente que circula por el sistema, la que es medida por los indicadores de ambas cabinas que están graduados en libras por pulgadas cuadradas (PSI).

El sistema está conectado a la barra de 28 V_{DC} del avión y tiene un interruptor de baja presión, conectada al panel de fallas.⁸

⁸ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

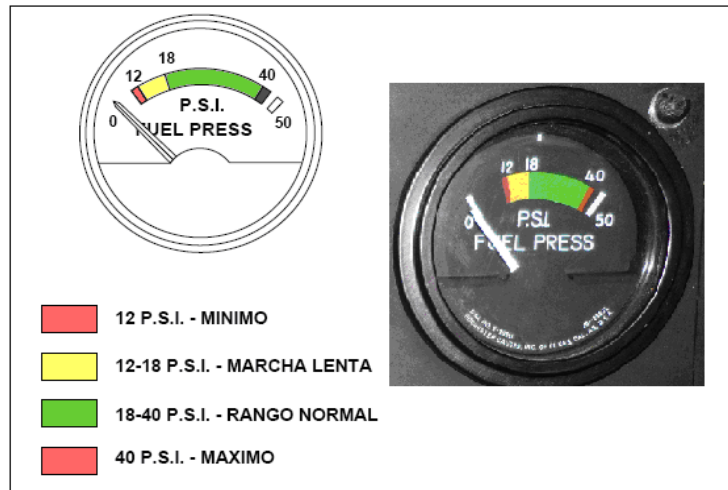


Fig. 2.9. Indicador de Presión de Combustible

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.3.5 Indicador de Temperatura de Gases de Escape

Este instrumento indica la temperatura de los gases de escape, lo cual sirve como referencia para obtener una óptima condición de funcionamiento del motor, logrando el punto más económico sin perder potencia ni hacer subir la temperatura de cabeza de cilindro. Cada cabina tiene un sistema totalmente independiente del otro, con su bulbo, cable e indicador separado.

El indicador esta graduado en grados Fahrenheit, además de la aguja indicadora, lleva otra de color rojo que es usada como referencia y se puede ajustar en forma manual a través de una perilla ubicada en la parte inferior de la carátula. El instrumento posee un tornillo para ajuste de la escala del instrumento.⁹

⁹ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

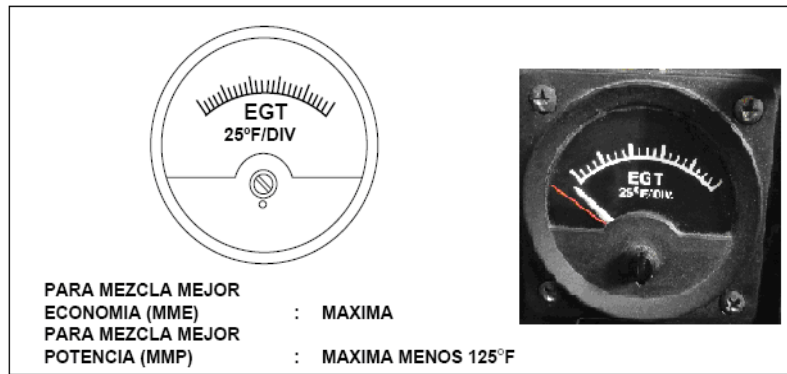


Fig. 2.10. Indicador de Temperatura de Gases de Escape

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.3.6 Indicador de Presión de Carga y Flujo de Combustible

El indicador de presión de carga es un instrumento de presión directa que muestra la presión de la mezcla aire-combustible. El indicador tiene una escala ubicada en la parte superior de la carátula, marcada de 10 a 35 pulgadas de mercurio, debe indicar la presión barométrica del campo, cuando el motor está detenido y acusar toda variación de la palanca del acelerador cuando el motor está funcionando.

El indicador de flujo de combustible, toma la indicación desde el divisor de flujo y señala la cantidad de combustible que está siendo inyectada a los cilindros en libras por hora, su escala esta graduada de 0 a 200 libras por hora y va ubicada en la parte inferior de la carátula del instrumento.¹⁰

¹⁰ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

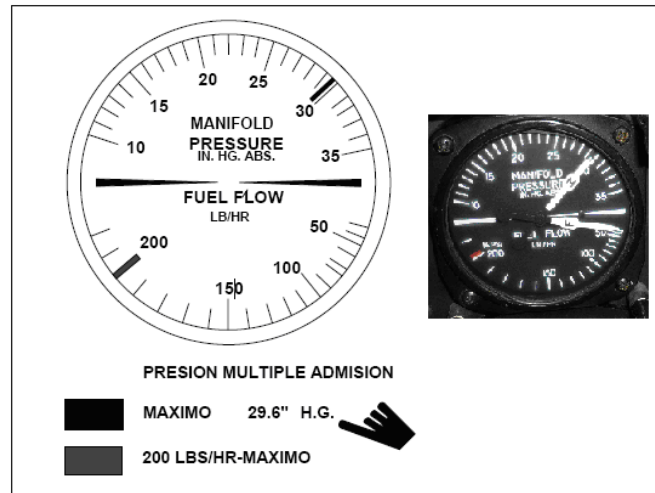


Fig. 2.11. Indicador de Presión de Carga y Flujo de Combustible

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.3.7 Indicador de Temperatura de Aceite

El sistema consiste en un bulbo con una resistencia eléctrica en su interior, el sistema es alimentado con 28 V_{DC} y la indicación en cada panel la proporciona un instrumento graduado en grados Celsius.¹¹

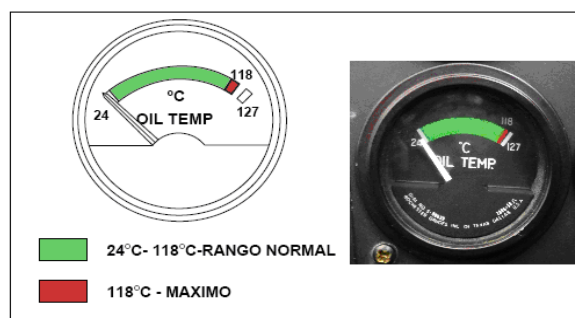


Fig. 2.12. Indicador de Temperatura de Aceite

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

¹¹ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

2.3.8 Indicador Tacómetro

El Indicador Tacómetro recibe la señal desde un generador de corriente continua pulsante, que va conectado al motor en la sección de accesorios, sobre el filtro de aceite. Los indicadores instalados uno en cada cabina, muestran las revoluciones del motor en porcentajes a través de una carátula graduada de **0 a 120% RPM.**¹²

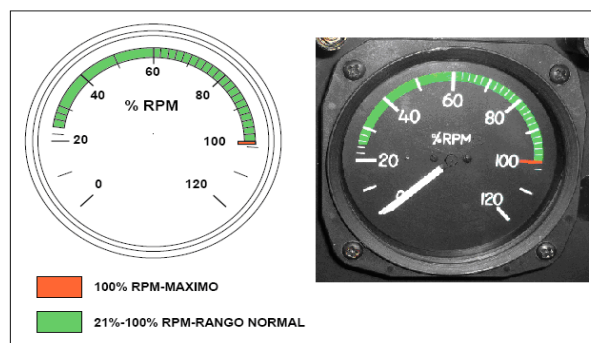


Fig. 2.13. Indicador Tacómetro
Fuente: Investigación de Campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.4 Tacómetro

Un tacómetro es un dispositivo para medir la velocidad de giro de un eje, normalmente la velocidad de giro de un motor, se mide en revoluciones por minuto (RPM). El inventor fue el ingeniero alemán Diedrich Uhlhorn, quien lo utilizó para medir la velocidad de las máquinas en 1817. Desde 1840, se utilizó para medir la velocidad de las locomotoras.¹³

¹² Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

¹³ www.wikipedia.com



Fig. 2.14. Tacómetro

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.5 Revoluciones por minuto (RPM).

Revoluciones por minuto (RPM) es una unidad de frecuencia, usada frecuentemente para medir la velocidad angular, una revolución es una vuelta de una rueda, un eje, un disco o cualquier cosa que gire sobre su propio eje. La unidad de frecuencia del S.I. (Sistema Internacional de Unidades) es el hercio (Hz.):

$$1rpm = 1 \cdot \left(\frac{r}{min} \right) = \left(\frac{1}{60} \right) Hz$$

La unidad de velocidad angular del SI es el radián por segundo:

$$1rpm = 1 \cdot \left(\frac{r}{min} \right) = 2\pi \cdot \left(\frac{rad}{min} \right) =$$

$$\left(\frac{2\pi}{60} \right) \cdot \left(\frac{rad}{s} \right) = 0.10471976 \left(\frac{rad}{s} \right)$$

Las revoluciones por minuto de una máquina eléctrica se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$rpm = 60s \cdot \left(\frac{f}{p} \right)$$

Donde f es la frecuencia de la corriente eléctrica (en Europa 50 Hz. y en América 60 Hz.) y la p son pares de polos.

Cabe destacar que normalmente la placa de características de las máquinas eléctricas casi siempre lleva indicadas las revoluciones por minuto del motor cuando éste está suministrando su potencia total.¹⁴

2.6 Sistema Generador Tacómetro e Indicador de RPM

2.6.1 Descripción

Este Sistema consiste de un Indicador Tacómetro eléctrico y un generador de pulso que son utilizados en aeronaves para indicar la velocidad del cigüeñal del motor en revoluciones por minuto (RPM).

2.6.2 Generador Tacómetro

El Generador Tacómetro es un generador de corriente continua pulsante, que va conectado al motor en la sección de accesorios, sobre el filtro de aceite (fig. 2.16), recibe una señal de 12 V_{DC} del indicador Tacómetro y envía una señal de corriente pulsante debe ser conectado como se muestra en la fig. 2.17.¹⁵

¹⁴ www.sabelotodo.org

¹⁵ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan



Fig. 2.15. Generador Tacómetro
Fuente: Investigación de Campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

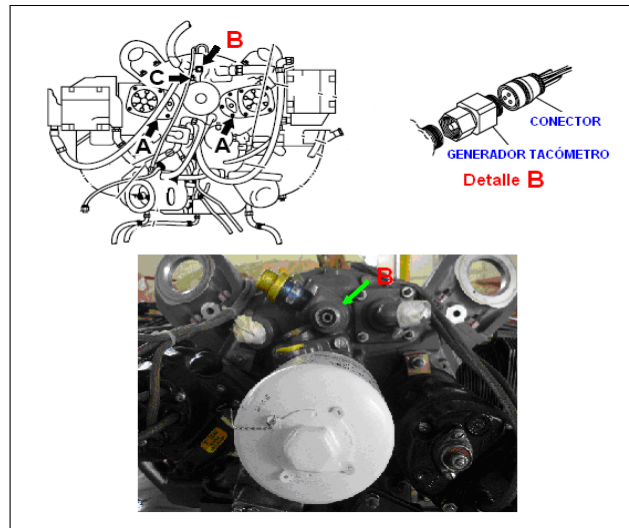


Fig. 2.16. Ubicación del Generador Tacómetro en el Avión
Fuente: Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan
Realizado por: Cbos. Vera Juan

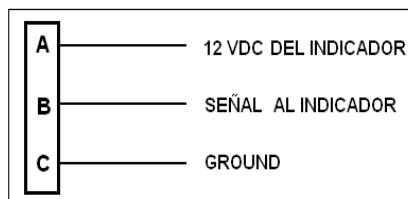


Fig. 2.17. Señales de Entrada y Salida del Generador Tacómetro
Fuente: Manual Electric Tachometer System
Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.6.2.1 Requerimientos Generales

Temperatura: Operación del Generador -30 a 70 °C

Humedad: 0 a 90% a 32° C aproximadamente.

Altura: 1000 a 40000 Ft.

Interferencia de radio: El sistema del generador tacómetro no debe afectar adversamente a equipos eléctricos instalados en la misma aeronave.¹⁶

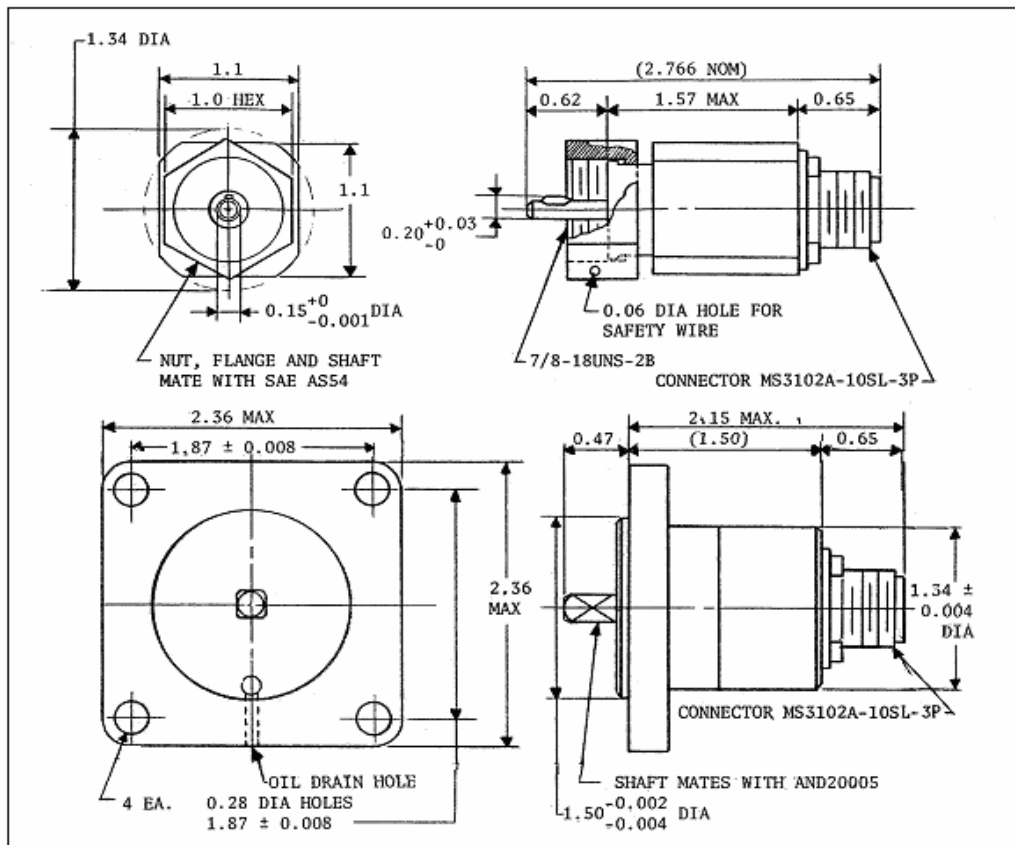


Fig. 2.18. Dimensiones del Generador Tacómetro

Fuente: Manual Electric Tachometer System

Realizado por: Cbos. Vera Juan

¹⁶ Manual Electric Tachometer System

2.6.2.2 Señales de Salida del Generador Tacómetro

Tipo: Activador magnético de señal con efecto hall.

Frecuencia: 15 pulsos por revolución del eje.

Nivel del Pulso:

V(alto)= 12 VDC Nominal, 11 VDC Mínimo

V(bajo)= 0.5 VDC Nominal, 1.0 VDC Máximo¹⁷

Tabla 2.1: Señales del Generador

VELOCIDAD DEL EJE DEL GENERADOR (RPM)	VELOCIDAD DEL EJE DEL CIGÜEÑAL (RPM)	FRECUENCIA (HZ)
135	270	33.75
270	540	67.5
405	810	101.25
540	1080	135
675	1350	168.75
810	1620	202.5
945	1890	236.25
1080	2160	270
1215	2430	303.75
1350	2700	337.5

Fuente: Manual Electric Tachometer System

Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.6.3 Indicador Tacómetro

El Indicador Tacómetro opera eléctricamente con 28 V_{DC}, 250 mA max., este indicador envía una señal de 12 V_{DC} al

¹⁷ Manual Electric Tachometer System

generador tacómetro y recibe la señal del generador de corriente continua pulsante. En el anexo F se encuentra el diagrama eléctrico del generador tacómetro e indicadores de rpm y muestra como están conectados en el avión.

Se encuentra ubicado en el costado derecho del panel central, como lo indica la fig. 2.19.¹⁸



Fig. 2.19. Ubicación del Indicador Tacómetro

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.6.3.1 Requerimientos Generales

Temperatura: Operación del Indicador -30 a 50 °C

Humedad: 0 a 90% a 32° C aproximadamente.

Altura: 1000 a 40000 Ft.

Efecto Magnético: El efecto magnético del indicador no debe afectar adversamente la operación de otros instrumentos instalados en la misma aeronave.¹⁹

¹⁸ Manual de Mantenimiento del Avión T-35B Pillan

¹⁹ Manual Electric Tachometer System

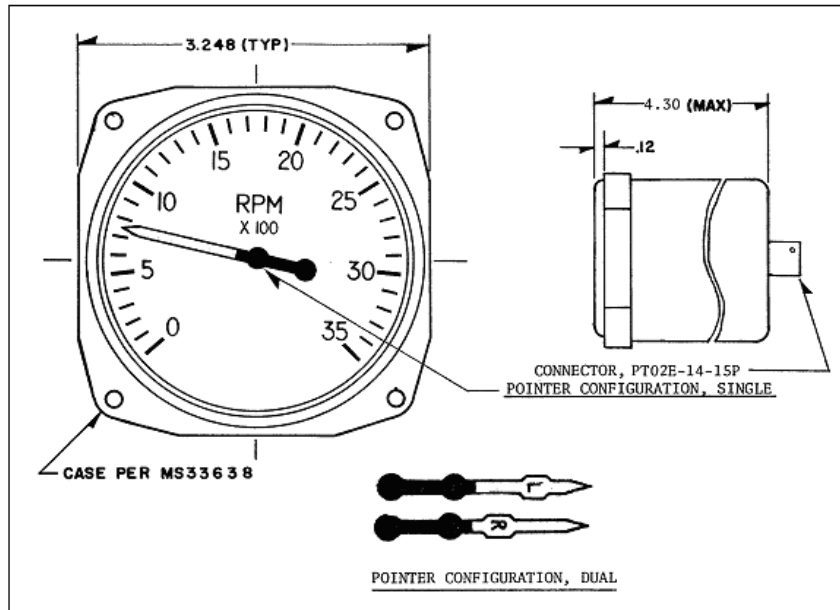


Fig. 2.20. Dimensiones del Indicador Tacómetro

Fuente: Manual Electric Tachometer System

Realizado por: Cbos. Vera Juan

<u>SINGLE IND. CONFIGURATION</u>	<u>DUAL IND. CONFIGURATION</u>	
A - +28 V.D.C.	+28 V.D.C.	
B - GND	GND	
C -	GND	
E -] SPARE	+12 V.D.C.]	TO GENERATOR
G -]	SIGNAL]	
D - GND	GND	
F - +12 V.D.C.	+12 V.D.C.]	TO GENERATOR
H - SIGNAL	SIGNAL]	
J -]] SPARE	
R -]] SPARE	

Fig. 2.21. Configuración del conector del Indicador Tacómetro

Fuente: Manual Electric Tachometer System

Realizado por: Cbos. Vera Juan

2.6.3.2 Escala de Error

El indicador debe ser conectado a su generador y el generador debe estar operando en su eje dentro de los rangos especificados en la Tabla 2.2. La escala de error a cualquier punto de prueba no puede exceder la tolerancia especificada, con el incremento o decremento de la velocidad.

Cuando la velocidad se mantiene constante a cualquier punto de la escala, el indicador no debe oscilar sobre el rango mayor de 20 RPM en la escala del indicador.²⁰

Nota: Cabe recalcar que los rangos especificados en la tabla 2.2 indican hasta el 100% 2700 RPM debido a que esa es la potencia que proporciona la aeronave, la tabla general se encuentra especificada en el Anexo E (Manual Electric Tachometer System).

²⁰ Manual Electric Tachometer System

Tabla 2.2: Señales del Generador e Indicador de 10 a 100% de RPM con escala de error

VELOCIDAD DEL EJE DEL GENERADOR (RPM)	VELOCIDAD DEL EJE DEL CIGÜEÑAL (RPM)	FRECUENCIA (HZ)	% (RPM) DEL IINDICADOR	ESCALA DE ERROR
135	270	33.75	10	25
270	540	67.5	20	25
405	810	101.25	30	25
540	1080	135	40	25
675	1350	168.75	50	25
810	1620	202.5	60	25
945	1890	236.25	70	25
1080	2160	270	80	25
1215	2430	303.75	90	25
1350	2700	337.5	100	25

Fuente: Manual Electric Tachometer System

Realizado por: Cbos. Vera Juan

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

El departamento de Mantenimiento de la Estación Aeronaval de Manta al constatar los problemas de discrepancias existentes en el sistema del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM y luego de realizar el Anteproyecto como trabajo de investigación se procede a realizar la **construcción de un Módulo de Comprobación para el Chequeo Funcional del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del Avión T-35B Pillan.**

3.2 Propósito

El propósito de este módulo de comprobación es convertirse en una herramienta fundamental y mejorar el desempeño del mantenimiento e inspecciones de las aeronaves de esta manera tener un procedimiento estándar mínimo y un procedimiento de prueba para el Generador Tacómetro y el Indicador Tacómetro del Avión T-35B Pillan.

3.3 Construcción del Módulo de Comprobación

Para la construcción del Modulo de Comprobación fue necesario conocer y tomar en cuenta ciertos requerimientos tales como:

- Descripción de los elementos del Módulo.
- Síntesis de los software utilizados.
- Diagrama del Módulo de Comprobación.
- Elementos requeridos.
- Materiales adicionales.
- Montaje del circuito en protoboard.
- Diseño de placa y montaje de elementos.
- Construcción de la estructura del Módulo de Comprobación.
- Prueba de funcionalidad.
- Estudio Técnico Y Económico.

3.4 Descripción de los Elementos del Módulo de Comprobación

3.4.1 Generador Tacómetro

El Generador Tacómetro es un generador de corriente continua pulsante.



Fig. 3.1 Generador Tacómetro

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.4.2 Motor Eléctrico

Es una máquina rotatoria de movimiento infinito, que convierte energía eléctrica en energía mecánica, este motor trabaja con 28 V_{DC}

y genera 6000 R.P.M., en el módulo de comprobación mediante reóstatos se consigue variar las revoluciones a 2700 RPM.

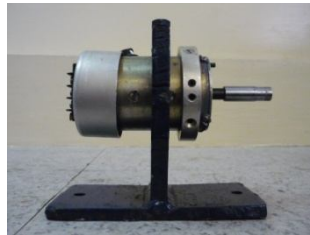


Fig. 3.2 Motor DC

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

El motor de corriente continua reemplazará al motor del avión y es el que proveerá las revoluciones necesarias en este caso 2700 RPM ideales para el proyecto.

3.4.3 Indicador Tacómetro

se usa básicamente para saber la potencia que da el avión, Así mismo, tiene unas marcas para indicar la potencia máxima del motor (en rojo) y el número máximo de revoluciones del motor en distintas fases de vuelo, este indicador muestra las revoluciones del motor en porcentaje a través de una carátula graduada de 0 a 120 RPM.



Fig. 3.3 Indicador Tacómetro

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.4.4 Resistencia

Se denomina resistencia o resistor al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito.²¹



Fig. 3.4 Resistencia

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.4.5 Diodos

Un diodo es un dispositivo que permite el paso de la corriente eléctrica en una única dirección. Se denominan rectificadores, ya que son dispositivos capaces de convertir una corriente alterna en corriente continua.²²



Fig. 3.5 Tipos de diodos

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

²¹ www.wikipedia.com

²² www.wikipedia.com

3.4.6 Capacitor

Es un dispositivo formado por dos conductores o armaduras, generalmente en forma de placas o láminas separados por un material dieléctrico, que, sometidos a una diferencia de potencial adquieren una determinada carga eléctrica.²³



Fig. 3.6 Capacitor

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.4.7 Transistor

El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que se utiliza como amplificador o conmutador electrónico (llave electrónica).²⁴

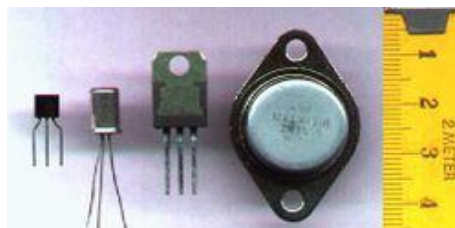


Fig. 3.7 Tipos de transistores

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

²³ www.wikipedia.com

²⁴ www.wikipedia.com

3.4.8 Relé

El relé (del inglés "relay") es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.²⁵

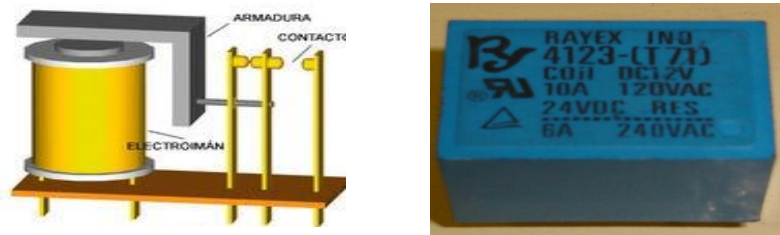


Fig. 3.8 Configuración interna del relé y aspecto físico del relé

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.4.9 Transformador

Se denomina transformador a un dispositivo electromagnético que permite aumentar o disminuir el voltaje y la intensidad de una corriente alterna de forma tal que su producto permanezca constante (ya que la potencia que se entrega a la entrada de un transformador ideal, esto es, sin pérdidas, tiene que ser igual a la que se obtiene a la salida) manteniendo la frecuencia.²⁶

²⁵ www.wikipedia.com

²⁶ www.wikipedia.com

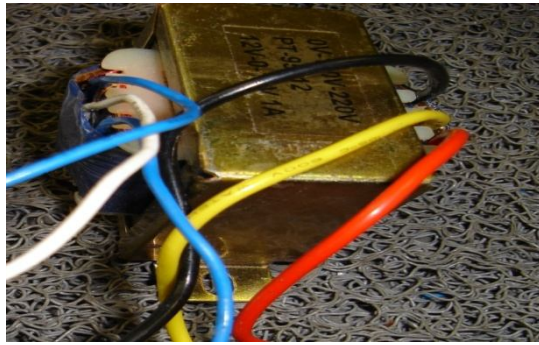


Fig. 3.9 Transformador

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.4.10 LCD (Display Cristal Liquid)

Se trata de un sistema eléctrico de presentación de datos formado por 2 capas conductoras transparentes y en medio un material especial cristalino (cristal líquido) que tienen la capacidad de orientar la luz a su paso. Cuando la corriente circula entre los electrodos transparentes con la forma a representar (por ejemplo, un segmento de un número) el material cristalino se reorienta alterando su transparencia.²⁷



Fig. 3.10 LCD

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

²⁷ Electrónica Practica con Microcontroladores Pic (Santiago Corrales)

3.4.11 Microcontrolador PIC16F877A

El microcontrolador PIC 16F877A, posee una memoria de programa de 8192 palabras (Word), Memoria de datos EEPROM de 256 bytes, memoria RAM de 368 bytes y 33 pines de entrada y salida, los cuales se dividen en:

- Puerto A trabaja a 6 bits
- Puerto B trabaja a 8 bits
- Puerto C trabaja a 8 bits
- Puerto D trabaja a 8 bits
- Puerto E trabaja a 3 bits

Además de ello posee 8 Conversores Análogo - Digital A/D, una de las principales diferencias frente a otros Pics es esta capacidad que posee, y por esta razón es el más utilizado en proyectos avanzados que requieren mayor número de entradas y/o salidas, como automatización de procesos industriales, alarmas residenciales, etc.



Fig. 3.11 Microcontrolador 16F877A

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

Una desventaja es que debe ser conectado con un cristal externo, ya que no tiene incorporado el mismo y necesita también en el Master Clear una resistencia Pull - Up, ya que no hay forma de deshabilitar esta opción.²⁸

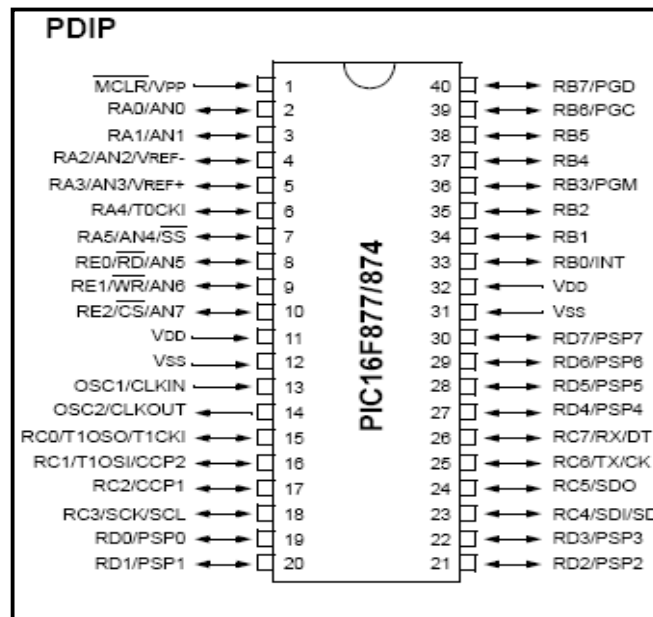


Fig. 3.12 Configuración de los puertos del 16F877A

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.5 Síntesis del Manejo del Software Pic Basic Pro

Pic Basic Pro es un compilador el cual permite realizar la programación de un microcontrolador en un lenguaje de alto nivel, lenguaje Basic. A más de este compilador se tiene el Software MicroCode Studio, que es un editor de texto exclusivo para facilitar la programación de los microcontroladores PIC. Por lo tanto MicroCode Studio y Pic Basic Pro van juntos.

²⁸ Electrónica Practica con Microcontroladores Pic (Santiago Corrales)

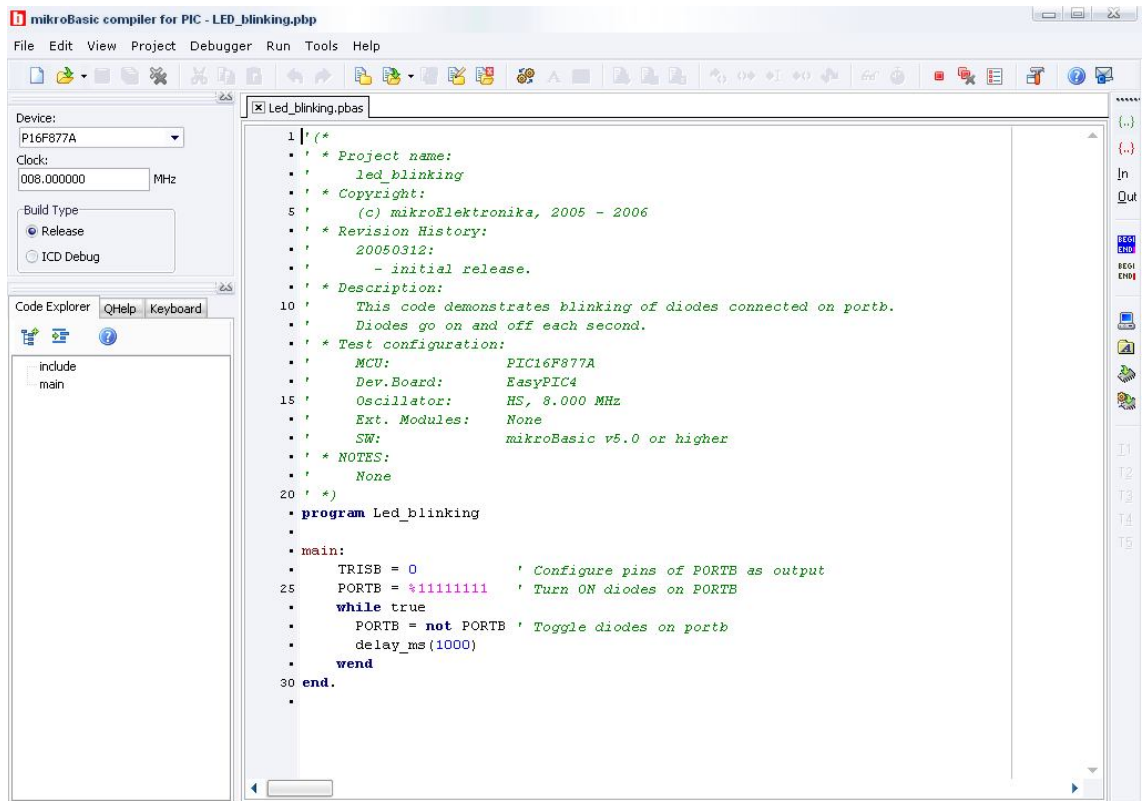



Fig. 3.13 Ventana del Software Pic Basic Pro

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

Cabe recalcar que el detalle del programa que se utilizó para el proyecto se encuentra en el anexo G. A continuación se detallan las opciones más importantes del MicroCode Studio y del PicBasic Pro:

.- esta ventana permite al usuario seleccionar el microcontrolador que va a utilizar para la programación, en este caso se encuentra seleccionado el Pic 16F628A.



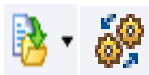
.- el explorador de Código, permite visualizar las variables, subrutinas, constantes, etc. Que durante la programación se haya realizado, con la finalidad de encontrar o seleccionar rápidamente algún código que se necesiten cambiar o editar.

```
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11 |
```

.-la numeración de la línea del programa es una herramienta muy importante a la hora de realizar un programa, ya que al compilarlo, si ocurre algún error indica cuál es la línea en donde se produjo, y facilita el arreglo del mismo.

```
Led_blinking.pbas |  
1 | /*  
2 |  * Project name:  
3 |  * led_blinking  
4 |  * Copyright:  
5 |  * (c) mikroElektronika, 2005 - 2006  
6 |  * Revision History:  
7 |  * 20050312:  
8 |  * - initial release.  
9 |  * Description:  
10 |  * This code demonstrates blinking of diodes co  
11 |  * Diodes go on and off each second.  
12 |  * Test configuration:  
13 |  * MCU: PIC16F877A  
14 |  * Dev.Board: EasyPIC4  
15 |  * Oscillator: HS, 8.000 MHz  
16 |  * Ext. Modules: None  
17 |  * SW: mikroBasic v5.0 or higher  
18 |  * NOTES:  
19 |  * None
```

.- en esta ventana se van a realizar nuestros programas, a más de ello se puede observar en la parte superior se encuentra el encabezado para cada uno de los programas que se realice, donde se puede incluir el nombre del proyecto, nombre del autor, notas, etc.



.- estas herramientas son las más importantes a la hora de montar un proyecto, ya que permiten realizar la compilación del programa. Se van a detallar cada una de ellas:



.-este botón sirve solamente para compilar el programa, se lo puede también activar digitando F9, desde el teclado del computador. Una vez compilado el programa genera 4 archivos que son: .ASM. .MAC, .PBP y .HEX, siendo este último el más importante ya que éste sirve para grabar el microcontrolador PIC.



.-este botón tiene dos funciones a la vez, la primera es compilar el programa y generar los 4 archivos estudiados anteriormente, y la segunda es llamar al programador IC - PROG, el cual permitirá grabar el PIC. También se lo puede activar digitando F10.

3.6 Síntesis del Manejo del Software IC - PROG

El IC - PROG es una herramienta fundamental para el programador de microcontroladores en general, ya que éste permite grabar el archivo .HEX en el microcontrolador.

Este programador permite seleccionar varios dispositivos electrónicos tanto de puerto serial y puerto paralelo que permiten realizar la interfaz entre el computador y el microcontrolador.

En la figura 3.14 se puede apreciar que al iniciar el programa IC - PROG el código del programa aparece 3FFF en todas las direcciones la ventana abrir, se busca la carpeta donde se haya hecho el programa, y se selecciona el archivo .HEX que desea cargar en el PIC.

Al cargar el programa .HEX, cambian los valores de dirección, por otros distintos a 3FFF, así se podrá dar cuenta que el programa ha sido cargado en el programador.

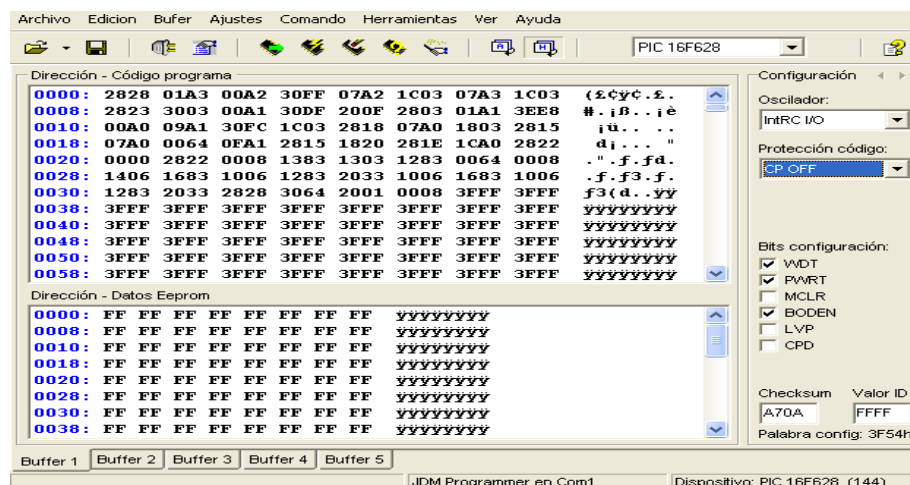



Fig.3.14 Ventana del Software IC-PROG

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

.-Esta barra de herramientas es la más importante dentro del manejo del IC - PROG, a continuación se detallarán cada una de éstas opciones:



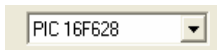
.- Permite leer el contenido del microcontrolador PIC.



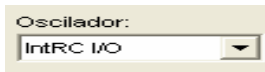
.-Este botón realiza la programación del microcontrolador, es decir carga el archivo hexadecimal al PIC.



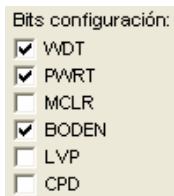
.-Permite borrar el contenido del microcontrolador y dejarlo en blanco para poder ser grabado nuevamente.



.-Como en el MicroCode Studio, en esta ventana, se selecciona el microcontrolador que se desea utilizar.



.-En la ventana del oscilador, se selecciona la configuración deseada, es decir se puede cambiar al cristal interno de 4MHz que posee el PIC 16F628A o la que necesite el usuario.



.-Aquí se puede seleccionar los Bits de configuración, es recomendable desactivar la opción del MCLR y dejarlo siempre como se muestra en la figura.

NOTA: Para la correcta utilización del IC-PROG, es recomendable realizar los siguientes pasos para que no tenga ningún tipo de problema:

- Seleccionar el microcontrolador PIC a utilizar.
- Cargar el archivo hexadecimal al IC – PROG
- Configurar el oscilador a los requerimientos del usuario
- Seleccionar los bits de configuración a los indicados anteriormente.

Si siguiendo estos pasos no tendrá ningún problema a la hora de realizar sus proyectos.

Si aún así le aparece una ventana que dice “Error programación de código en la dirección OOOOh!”. Puede ser por dos motivos. El primero es que no se encuentra bien habilitado el Hardware a utilizar, o el segundo es que el microcontrolador que está utilizando está en mal estado, por lo que siempre se debe tener mucho cuidado con los micros porque éstos son de tecnología CMOS, y son muy vulnerables a la estática, por lo que se aconseja manejarlos con pinzas para evitar el contacto directo con las manos.

3.7 Síntesis del Manejo del Software Proteus

PROTEUS es una herramienta fundamental para las personas que están relacionadas con el mundo de los microcontroladores, ya que ésta permite realizar simulaciones de los proyectos montados, es decir no hace falta: probar en protoboard el proyecto, comprar materiales, quemar los microcontroladores, etc.

Simplemente se necesita seleccionar cada uno de los elementos a utilizar, ya que esta poderosa herramienta contiene: Microcontroladores PIC, LCD'S, Relés, Leds, Displays, etc.

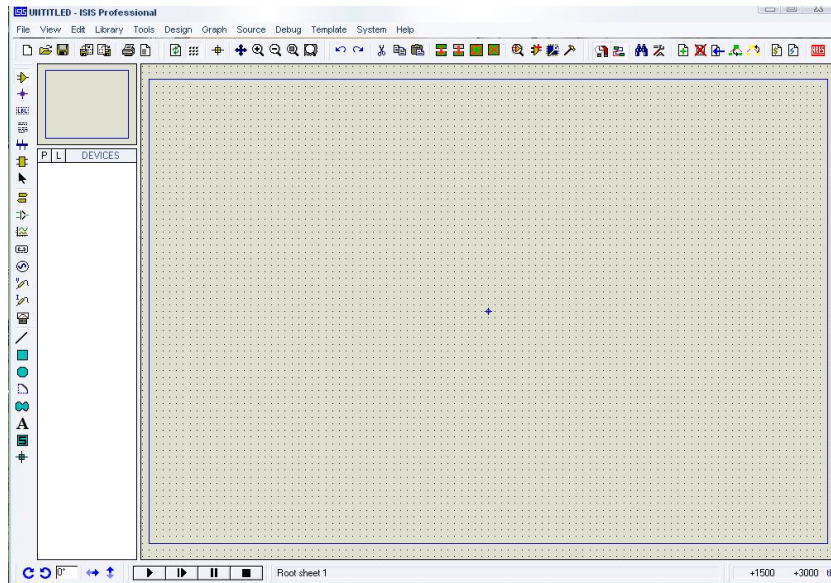


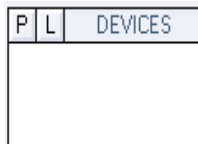
Fig.3.15 Ventana del programa de PROTEUS

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

A continuación se detallan las partes más importantes de este Software.

➡ .- el icono de Componente permite seleccionar el elemento que desea utilizar, de la siguiente manera:



.-Seleccione el icono del componente dando un clic, seguido de un clic en la **P** y aparece una ventana similar a la siguiente:

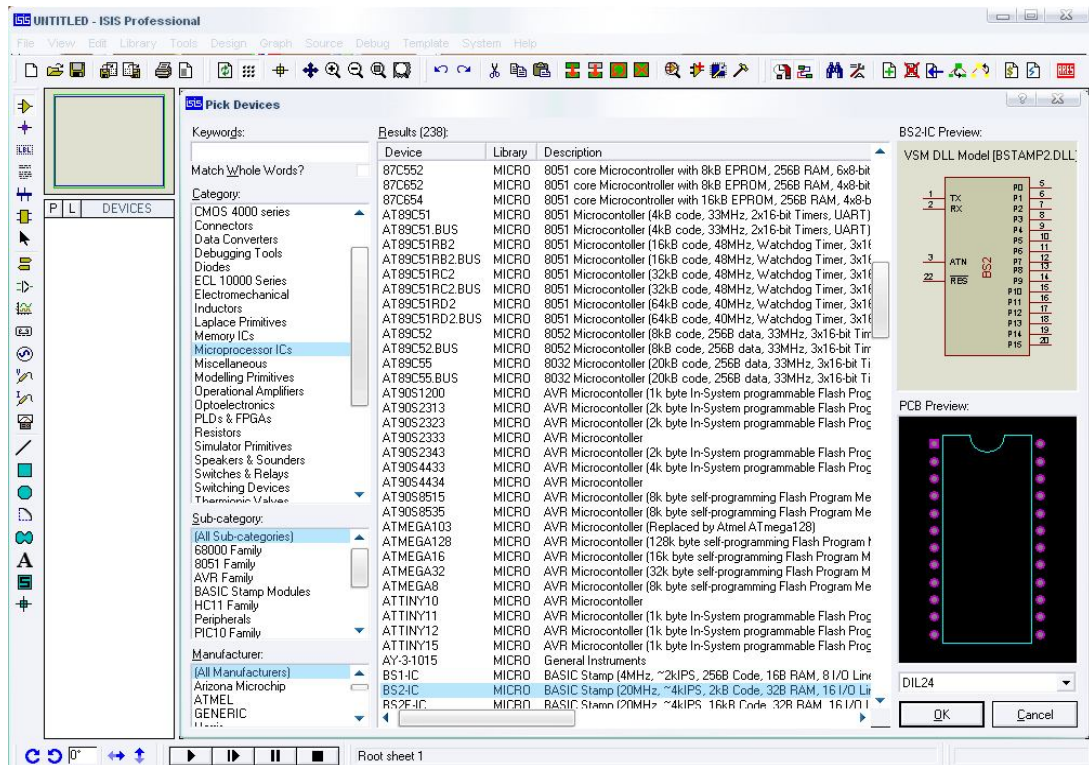
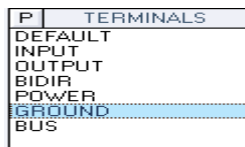


Fig.3.16 Ventana de componentes del programa PROTEUS

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

En la parte de Keywords: escribe el elemento a utilizar, en este caso se ha escrito el PIC BS24C, y en Results (1): de doble clic para agregar el micro a la pantalla del proteus.



- esta herramienta permite escoger Gnd y Vcc para realizar el proyecto Power para VCC y Ground para Gnd.

/.-permite realizar líneas entre los componentes seleccionados.

3.8 Diagrama del Módulo de Comprobación

La construcción del diagrama del Módulo de Comprobación se realizó en el programa Proteus.

3.8.1 Diagrama de la Fuente de Poder y del circuito de control

La etapa de la fuente de poder permitirá tener los voltajes requeridos para el funcionamiento del Módulo de Comprobación, 5V, 12V, está constituido por los siguientes elementos:

- Transformador con tab central.
- Puente rectificador de diodos.
- Reguladores de voltaje.
- Condensadores.

La etapa del circuito de control como su nombre lo indica permitirá controlar las señales de entrada y salida que van a los pines del pic, para de esta manera mostrar la información requerida en el LCD, esta conformada por:

- PIC16F877A.
- LCD 16x2(16 caracteres x2 filas).
- Transistor.
- Oscilador de cristal.
- Resistencias.
- Condensadores.
- Diodo 1N 4007.
- Interruptores.
- Diodo Tener.
- Potenciómetro.

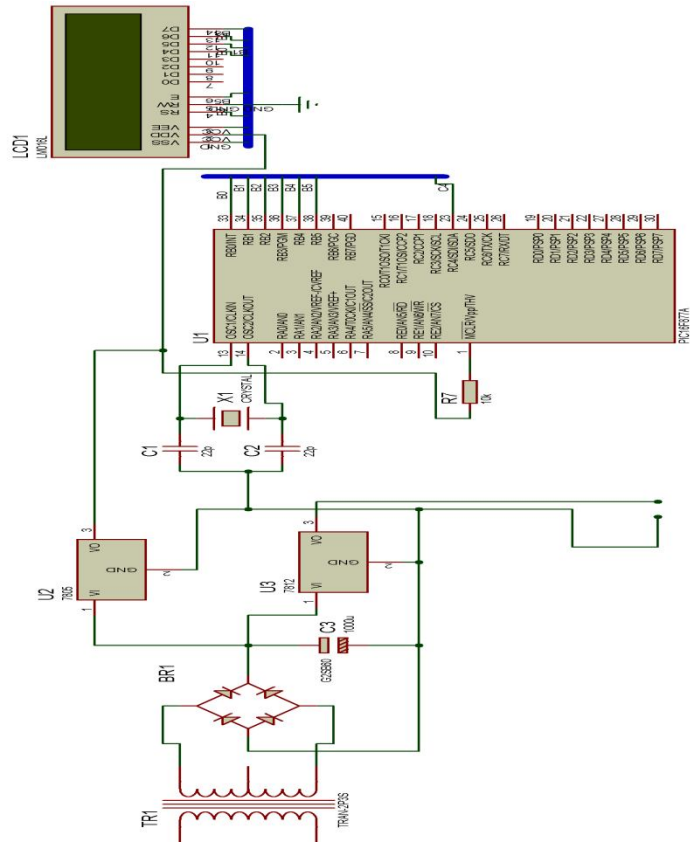


Fig. 3.17 Diagrama del Circuito de control y fuente de poder
Fuente: Programa Proteus
Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.9 Elementos Requeridos

- 01 Generador Tacómetro.
- 01 Indicador Tacómetro.
- 01 Motor DC.
- 01 Transformador con Tab central a 1 Amp.
- 01 Puente rectificador a 1 Amp.
- 03 Reguladores de voltaje: 7805, 7812, 7912.
- 02 Condensadores de 1000 μ F a 25V.
- 01 PIC16F877A
- 01 LCD 16x2(16 caracteres x 2 filas)
- 01 Oscilador de cristal 4 MHz

- 19 Resistencias ½ Watt
- 02 Condensadores 22 pF
- 15 Transistores 2N3904
- 01 Diodo Zener 5.1V
- 01 Interruptor
- 01 Potenciómetro 10KΩ

3.10 Materiales Adicionales

Este requerimiento técnico se basa en la construcción de la estructura donde va a colocarse el banco de prueba y elementos adicionales:

- 01 Plancha de 2m² de aluminio.
- ½ Galón de pintura plomo.
- 04 Brocas de diferentes medidas.
- 02 Interruptores (on/off).
- Circuit breaker 5A.
- 02 Potenciómetros.
- Lámpara indicadora.
- Ventilador.
- Baquelita.
- Rotulado.
- Plug tipo banana (hembra y Macho)

3.11 Montaje del Circuito en Protoboard

Después de realizar el diagrama del circuito para el Módulo de Comprobación y obtener los elementos requeridos, procedemos al montaje de dichos elementos en el protoboard, de la misma manera como en los diagramas lo hacemos por etapas:

- Fuente de Poder
- Circuito de Control

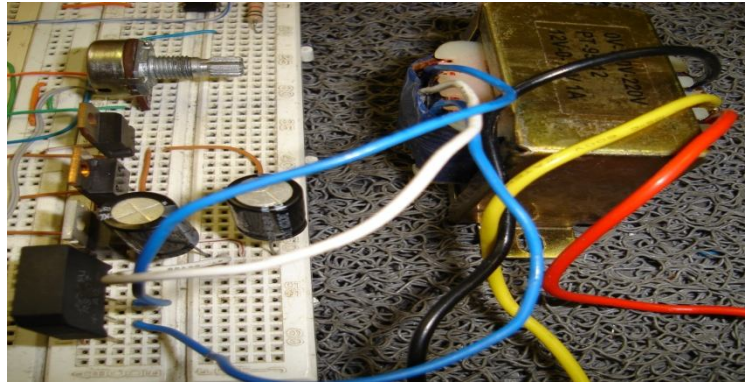


Fig. 3.18 Fuente de poder montada en protoboard
Fuente: Investigación de Campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

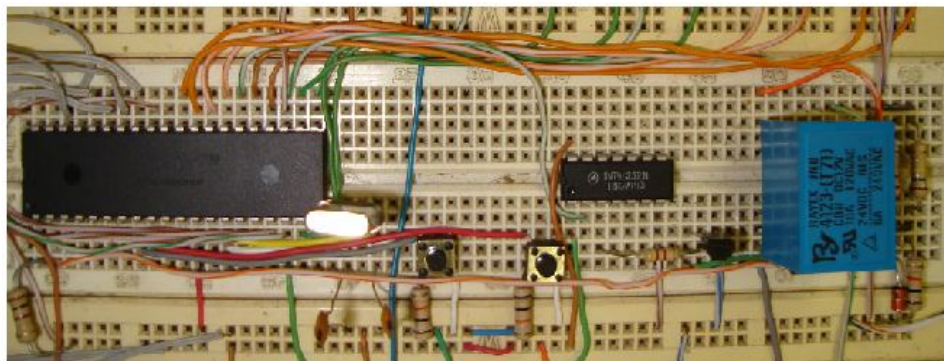


Fig. 3.19 Circuito de control montado en protoboard
Fuente: Investigación de Campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.12 Montaje Total del Circuito en Protoboard

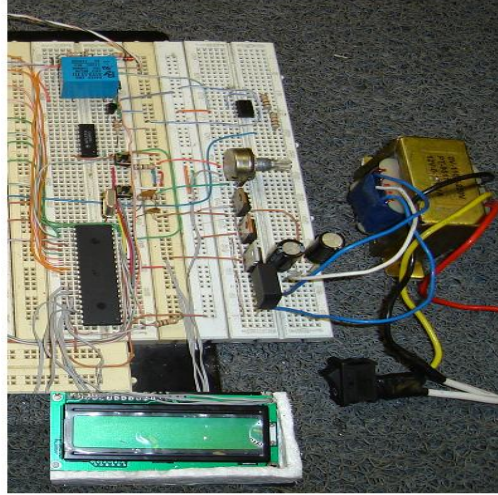


Fig. 3.20 Montaje completo
Fuente: Investigación de Campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.13 Diseño del Circuito Impreso y Placa

Luego del montaje del circuito en el protoboard y haber realizado las pruebas de funcionalidad se procede al diseño del circuito impreso para minimizar espacio hemos unido la etapa de la fuente de poder con la del circuito de control.

3.14 Circuito Impreso de la Fuente de Poder y de Control

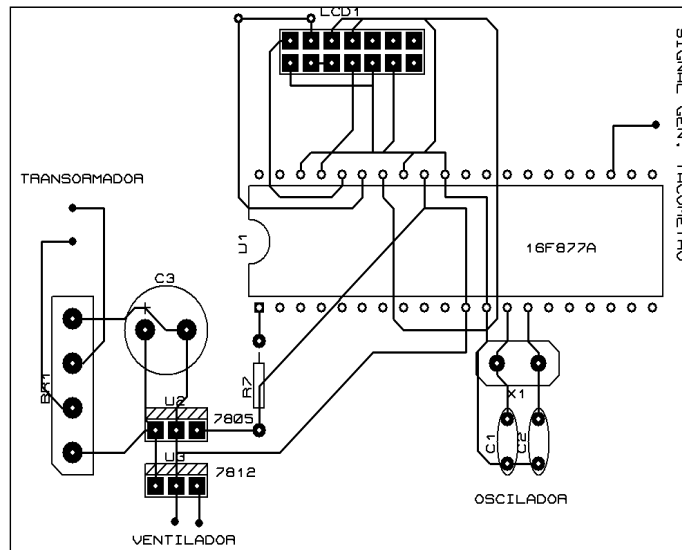


Fig. 3.21 Circuito impreso de la fuente de poder y circuito de control creado en el programa ARES de PROTEUS

Fuente: Programa Proteus

Realizado por: Cbos. Vera Juan

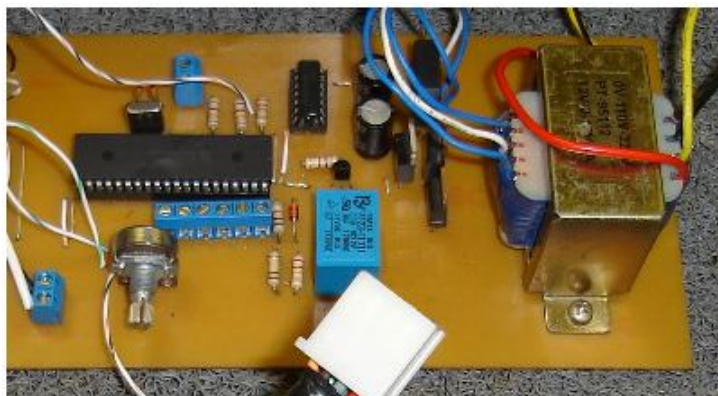


Fig. 3.22 Placa de la Fuente de Poder Y circuito de Control

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.15 Construcción de la estructura del Módulo de Comprobación

3.15.1 Diseño

Para la construcción de la estructura del Módulo de comprobación se realizó como primer paso la gráfica tomando en cuenta las medidas de los elementos y las placas de baquelita.

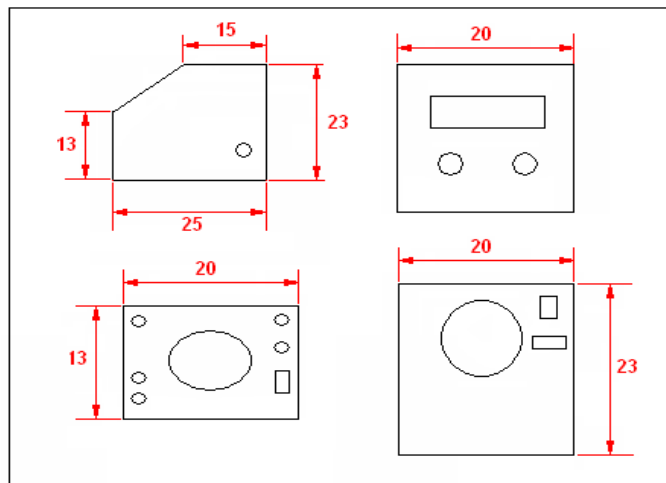


Fig. 3.23 Diseño de la Estructura para el Módulo de Comprobación

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.15.2 Corte de Lámina

Con ayuda del personal del área de estructuras se escogió al aluminio como material para la construcción del Módulo siendo este material uno de los más utilizados en el campo de la aviación. Así mismo con el asesoramiento respectivo en el manejo de las máquinas se realizó el trazado, corte y doblado de la lámina de aluminio (figura 3.24) para luego darle forma a las estructuras.



Fig. 3.24 Corte y Doblado de la lámina

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.15.3 Abertura en la Estructura

Se procede a realizar las aberturas (figura 3.25) para los diferentes elementos del banco (indicador Tacómetro, breaker, luces, switches, Acople del motor etc), para hacer las perforaciones se utiliza el taladro eléctrico o taladro neumático.



Figura 3.25 Aberturas en la Estructura

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.15.4 Armado de las Estructuras

Una vez que se tiene todas las partes que conforman las estructuras del Módulo, se procede al armado del mismo utilizando remaches en las partes fijas y tornillos en las partes móviles. De esta manera se obtiene la estructura del Módulo de Comprobación.

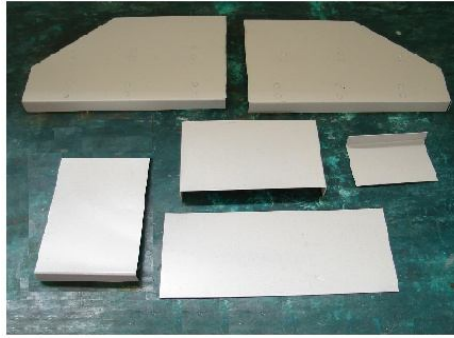


Figura 3.26 Partes que conforman la Estructura del Módulo

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

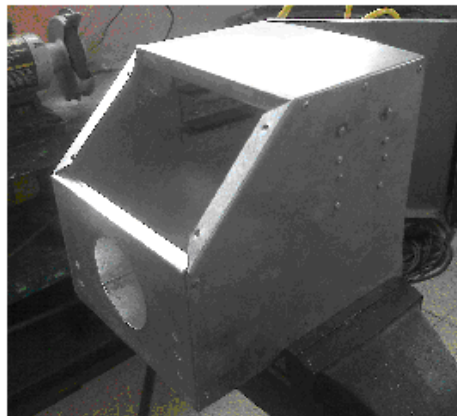


Figura 3.27 Estructura del Módulo de Comprobación

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.15.5 Pintura de la Estructura

Una vez construida las estructuras se procede a pintarla con fondo, una vez seca se aplica pintura (color gris), para esto se utiliza herramientas especiales como sopletes y materiales para cernir la pintura obteniendo de esta manera un excelente acabado del Módulo de Comprobación.

3.15.6 Montaje de los Elementos y Rotulado

Luego de pintar la estructura se procede a montar los elementos en cada una de las aberturas. Para finalizar se rotula el Banco de prueba en los diferentes componentes externos para conocer su utilización.



Fig. 3.28 Elementos en la placa de baquelita y colocados en la estructura

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan



Fig. 3.29 Rotulado de los Elementos
Fuente: Investigación de Campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.15.7 Armado del Arnés Eléctrico.

Para armar el arnés es necesario visualizar los diagramas eléctricos del Módulo de Comprobación. El armado de este consiste en colocar los cables en el orden que van a ser ubicados, luego se coloca una malla protectora (esterilla) en los diferentes grupos de conductores, por último se conecta los pines, conectores especiales, terminales y switches, aquí se utilizan herramientas como: peladora de cable, remachadora de terminales, remachadora de pines, destornilladores, diagonal e insertor de pines.

Terminada la elaboración del arnés, es necesario realizar la prueba final (PIN TO PIN) o chequeo de continuidad con un multímetro para comprobar que está correctamente armado.

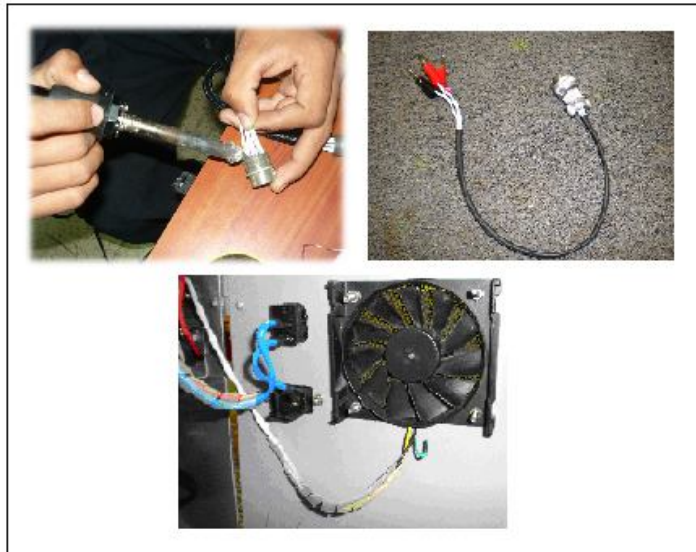


Figura 3.30 Armado y Montaje del Arnés Eléctrico

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.16 Recomendaciones Técnicas

En la construcción de las estructuras del Módulo de Comprobación se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones técnicas:

- Usar las protecciones necesarias tales como: guantes, gafas, tapones para los oídos, botas 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.
- Trabajar de forma ordenada es un punto importante ya que un descuido puede ocasionar un accidente.
- Es necesario verificar la polaridad al momento de armar el arnés eléctrico una falla podría ocasionar un corto circuito.

Tabla 3.1 Herramientas Requeridas para la Construcción del Banco Comprobador.

HERRAMIENTA	DETALLE
Brocas	Broca para perforar metal, para realizar las aberturas del Comprobador.
Diagonal	Marca Snapon, utilizada para cortar cables y remaches.
Pinza de presión	Utilizada para fijar una tuerca, un tornillo o un perno.
Destornilladores	Marca Jensen, utilizados para atornillar o destornillar.
Llave de inglesa	Marca Craftsman, utilizadas para apretar o aflojar una tuerca; esta se puede ajustar al tamaño de la turca.
Insertor de pines	Marca Daniels, utilizada para insertar los pines en los conectores especiales.
Extractor de pines	Marca Daniels, utilizada para extraer los pines de los conectores especiales.
Remachadora de terminales	Esta herramienta es utilizada para unir el terminal al cable.
Remachadora de pines	Esta herramienta es utilizada para unir el pin al cable.
Peladora de cables	Utilizada para remover el aislante del conductor.
Cautín	Empleado para soldar resistencias, diodos o un conductor.
Taladro	Eléctrico o neumático, utilizado para realizar las aberturas en la estructura del banco.

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.17 Implementación del Módulo de Comprobación

Para la implementación del módulo de comprobación se tomó en cuenta los siguientes requerimientos:

- Disponibilidad de módulos de comprobación.
- Espacio físico adecuado.
- Fuente de poder externa.

3.17.1 Disponibilidad de módulos de comprobación

En el laboratorio de Electricidad del departamento de Mantenimiento de la Estación Aeronaval de Manta no se cuenta con ningún módulo de comprobación, lo que se convierte en un problema para los técnicos ya que no pueden realizar pruebas funcionales de los diferentes equipos de las aeronaves, sin tener que utilizar a la misma como laboratorio de pruebas.

La Escuela de la Aviación Naval a partir del año 2010 está formando nuevos tecnólogos lo que es una base fundamental ya que para la culminación de sus estudios tendrán que realizar bancos de prueba y módulos de comprobación para las diferentes secciones del departamento de mantenimiento, contribuyendo a la institución optimizando el buen desempeño de las aeronaves para que estas dejen de ser comprobadores de funcionamiento, así como disminuir el riesgo de dañar mecanismos o dispositivos mientras se realiza todo tipo de pruebas.

En vista de esto surge la necesidad de implementar un módulo de comprobación para el chequeo funcional del generador tacómetro e indicadores de RPM del avión T-35B Pillan.

3.17.2 Espacio físico adecuado

Para la implementación del módulo también fue necesario verificar que exista en el laboratorio de Electricidad el espacio físico adecuado para esto se tomó en cuenta las medidas del módulo de comprobación (Fig.3.23 Diseño de la Estructura para el Módulo de Comprobación), comprobando que existe el espacio suficiente para la implementación del módulo.



Fig. 3.31 Espacio físico adecuado

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.17.3 Fuente de Poder Externa

Las fuente de Poder externa se encarga de energizar equipos de corriente alterna o corriente directa según el caso, en aviación son muy

utilizadas para evitar el consumo de la carga en las baterías, también se usa para energizar dispositivos eléctricos que necesitan ser chequeados.

La fuente que se utilizará en el módulo de comprobación cuenta con las siguientes características:

- Marca Agilent.
- Modelo 6673^a.
- Voltaje 220/230/240 V_{AC}.
- Frecuencia 50/60 Hz.
- Amperaje 19 Amp. Max.



Fig. 3.32 Fuente de poder externa
Fuente: Investigación de Campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.18 Prueba de funcionamiento

Se realizaron varias pruebas de funcionamiento del Módulo de Comprobación con el circuito montado en protoboard y una vez montado en la estructura se realizaron las pruebas finales.



Fig. 3.33 Funcionamiento del Módulo de Comprobación

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.19 Estudio Técnico

3.19.1 Funcionalidad

Corresponde a las características en el diseño del Módulo de Comprobación, cumpliendo sobre todo con la utilidad y facilidad de su empleo, por esta razón la importancia de este parámetro.

3.19.2 Rendimiento

Este parámetro fundamental indica si cumple el efecto que se espera y desea en el banco de prueba, por ejemplo, los resultados del chequeo operacional de acuerdo al manual respectivo; en base a los resultados obtenidos y los medios utilizados.

3.19.3 Facilidad de Operación y Control

Esta es una cualidad básica que debe presentar el proyecto, con la finalidad que todos nuestros técnicos en aviónica puedan utilizarlo sin mayores complicaciones.

3.19.4 Mantenimiento

Este aspecto es de vital importancia en el adecuado funcionamiento del Módulo de Comprobación, dependiendo de los componentes que se utilicen en la construcción del proyecto se verá cual es el grado de disponibilidad de repuestos en el mercado local.

3.19.5 Procesos de Construcción

Este parámetro exige el cumplimiento de una secuencia de pasos para la construcción del Módulo, a medida que se vayan realizando se aplicará los conocimientos en la utilización de: Equipos de medición, diferentes herramientas y recomendaciones Técnicas.

3.19.6 Fiabilidad

Esta es una condición primordial que debe cumplir el módulo de comprobación en base a las especificaciones técnicas de los diferentes elementos, ya que de esto dependerá el correcto funcionamiento del proyecto.

3.20 Estudio Económico

3.20.1 Costo de Fabricación

Es un parámetro que implica en gran parte la calidad que tengan los materiales ya que la decisión para la selección del módulo de comprobación a construir será en base al egreso económico que éste demanda, pero sin descuidar la calidad de los elementos que lo componen.

3.20.2 Costo de Operación

Finalizada la construcción del módulo de comprobación, se buscará siempre economizar el costo de operación que demande su utilización, esto se logra con un prudente empleo del mismo, consumiendo así el mínimo de energía posible.

3.21 Aspecto Complementario

3.21.1 Tamaño

Trata de la estética general en el acabado del módulo de comprobación, para esto cada uno de los elementos que lo conforman deberán tener la ubicación precisa de tal manera que permitan la manipulación y el control sin complicaciones. Se refiere también, al espacio ideal que ocupará el banco de prueba en el área asignada para su desempeño.

3.22 Análisis Costo-Beneficio.

La Estación Aeronaval de Manta mediante sus técnicos y con apoyo de recurso material nos brindaron las facilidades para la realización de este Proyecto.

Recurso Humano:

Tabla 3.2 Recurso humano

Recurso Humano	
Cbos-El-Av Vera Yagual Juan José	Investigador
Ing. Pablo Pilatásig	Director de proyecto de Grado

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

Recurso Material:

Tabla 3.3 Recurso Material

Materiales Adicionales	Materiales para la Construcción	Equípo utilizado para la Implementación
Un computador	Base para motor	Cautín
Impresora	Base para generador tacómetro	Esmeril
Resma de hojas	Acople tipo matrimonio	Sierra Manual
Internet	Baquelita	Pulidora
	Transformador	Compresor para pintura
	Display LCD	Martillo
	Regulador de Voltaje	Taladro
	Microcontrolador	Protoboard
	Capacitores	Destornilladores
	Resistencias	Limas
	Potenciómetros	Pasta de Soldar
	Transformador	Estaño
	Conectores	
	Relay	

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

Costo Secundario.

Tabla 3.5 Costo secundario

Cantidad.	Descripción.	Costo Unitario.	Costo Total.
02	Resma de Papel	\$ 4.00	\$ 8.00
04	Anillado	\$ 1.50	\$ 6.00
03	Empastado	\$ 6.00	\$ 18.00
15	Horas de Internet	\$ 0.70	\$ 10.50
	Trasporte y Alimentación	\$ 150.00	\$ 150.00
	Varios imprevisto	\$ 163.60	\$ 163.60
Total Gasto			\$ 356.10

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

Costo total del Proyecto.

Tabla 3.6: Costo Total del proyecto

COSTO PRIMARIO	\$ 202.61
COSTO SECUNDARIO	\$ 356.10
TOTAL	\$ 558.71

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO DE GRADO ES DE QUINIENTOS CINCUENTA Y OCHO DÓLARES CON SETENTA Y UNO CENTAVOS.

3.23 Elaboración de Manuales

3.23.1 Manual de Operación

Para la utilización del módulo de comprobación se requiere de una serie de instrucciones de operación, para de esta forma emplearlo de una manera óptima. Este Módulo está diseñado para proporcionar facilidades de utilización operacional.

3.23.2 Proceso de energización del módulo de comprobación

- El módulo se alimenta con 15 V_{DC} que es suministrado por una fuente de poder externa y 110 V_{AC} que es suministrado por un UPS o tomas normales de 110 V_{AC}, los diferentes componentes se energizan con +12,-12, y +5 V_{DC}, los cuales los recibe de una fuente de poder propia de la unidad de prueba.
- Conecte los cables positivo y negativo de 15 V_{DC} de la fuente de poder externa al módulo.
- Conecte el cable al zócalo de 110 V_{AC} del Módulo de comprobación y luego conéctelo a una toma de 110 V_{AC}.
- Verifique que el switch ON/OFF del Módulo de comprobación se encuentre en la posición de OFF (apagado) y que el circuit breaker 5A se encuentre activado.
- Conecte el Generador Tacómetro al acople del módulo de comprobación y el plug del generador tacómetro a los plugs de signal, GND, 12V_{DC}.
- Para energizar el Módulo coloque el switch 1 ON/OFF en la posición ON (encendido) notará que se enciende la

pantalla del LCD y muestra un mensaje de 0 HZ y 0 RPM.

- coloque el interruptor de encendido ON/OFF en la posición ON (encendido) notará que se enciende la luz indicadora y el motor comienza a trabajar.
- Fíjese en la pantalla del LCD cambiará la indicación de frecuencia y de RPM según la velocidad del motor.
- Utilice los reóstatos para regular la velocidad del motor según como sea necesario para obtener los resultados que desee.
- Al término de las pruebas, apague el Módulo de comprobación a través de los Switches (ON/OFF) colocándolos en la posición OFF (apagado).
- **NOTA:** Al encender el Módulo de prueba verifique el funcionamiento correcto del ventilador de la fuente de poder que se encuentra en la parte posterior del Módulo.

3.23.3 Instrucciones de Trabajo

- Verifique físicamente que el Módulo de comprobación se encuentre libre de materiales u objetos que interfieran en el correcto funcionamiento del mismo.
- Revise que los elementos del panel frontal y lado lateral (LCD, Plugs, Generador Tacómetro etc.) se encuentren ajustados correctamente.
- Revise que el switch (ON/OFF) se encuentren operativo.
- Verifique que la luz indicadora o de poder se encuentren en buen estado.
- **RECUERDE:** El switch de ON/OFF debe estar en la posición OFF (apagado) antes de realizar cualquier operación.

3.23.4 Manual de Procedimientos de Prueba

Una vez energizado el módulo de comprobación se requiere chequear diferentes parámetros que ayudarán a conocer si el módulo está trabajando en óptimas condiciones, estos resultados deberán ser anotados en la tabla de pruebas (véase anexo H) cada vez que se realice un chequeo funcional.

- Verifique que al colocar el interruptor de encendido en la posición ON, el motor comience a trabajar y en la pantalla del LCD muestre indicación de frecuencia y de RPM, si esto sucede anótelos en la tabla de pruebas.
- En el panel lateral del módulo de comprobación en el plug +12 V_{DC}, con un multímetro verifique el voltaje de salida del Indicador Tacómetro este voltaje debe ser de +12 V_{DC}, si el voltaje es mayor o menor anótelos en la tabla de pruebas.
- Regule la velocidad del motor con los reóstatos ubicados en el panel frontal de tal manera que en el Indicador Tacómetro muestre 40% de RPM y en la pantalla del LCD indique 135Hz, 1080 RPM.
- Regule la velocidad del motor con los reóstatos ubicados en el panel frontal de tal manera que en el Indicador Tacómetro muestre 80% de RPM y en la pantalla del LCD indique 270Hz, 2160 RPM.
- Regule la velocidad del motor con los reóstatos ubicados en el panel frontal de tal manera que en el Indicador Tacómetro muestre 100% de RPM y en la pantalla del LCD indique 337.5Hz, 2700 RPM.
- Para los tres pasos anteriores en el panel lateral del módulo de comprobación en el plug Signal, con un multímetro o un osciloscopio verifique la Frecuencia de

salida del Generador Tacómetro, debe ser igual a la que se muestra en la pantalla del LCD, anótelos en la tabla de pruebas.

- Regule la velocidad del motor con los reóstatos ubicados en el panel frontal de tal manera que en el Indicador Tacómetro muestre 0% de RPM y en la pantalla del LCD indique 0Hz, 0 RPM.
- Al término de las pruebas, apague el Módulo de comprobación a través de los Switches (ON/OFF) colocándolos en la posición OFF (apagado).

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Como conclusiones de este proyecto de tesis, se han obtenido las siguientes:

- Se recopiló información como base sustentable para el buen desarrollo del proyecto basándonos en los manuales de mantenimiento del Avión T-35B Pillan, por medio del Internet y los conocimientos dados por los técnicos de ESANMA.
- Se logró el diseño y construcción de un Módulo de Comprobación para el chequeo Funcional del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del Avión T-35B Pillan.
- Se elaboraron manuales de operación y procedimientos para el correcto manejo y funcionamiento del Módulo de Comprobación.
- El estudio del microcontrolador PIC16F877A para la elaboración de este Módulo permite darnos cuenta que se le puede dar más usos a este elemento en el campo de la aviación.
- Las pruebas realizadas con el Módulo construido son satisfactorias, en tal razón se puede concluir que la unidad se encuentra en condiciones para ser usada como una herramienta útil para realizar las tareas de comprobación basados en el anexo C de este proyecto y por su facilidad puede ser operado por cualquier técnico de la sección de electricidad.

4.2 Recomendaciones

Como recomendaciones de este proyecto de tesis, se anotan las siguientes:

- Se recomienda dar a conocer toda la información de este equipo al personal que trabaja en el área de mantenimiento de la sección de electricidad, para obtener un perfecto funcionamiento y uso del Módulo de comprobación.
- Guiarse siempre en las instrucciones que se encuentra detalladas en los manuales, para evitar contratiempos, accidentes y así obtener un perfecto funcionamiento del Módulo de comprobación.
- Se recomienda utilizar la tabla de pruebas que se encuentra en el anexo H, en conjunto con el manual de procedimientos para cada comprobación.

Glosario

Avión.- Aeronave propulsado por motor que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

Amperio: Unidad de la corriente eléctrica.

Byte: Cadena o grupo de bits, o dígitos binarios que se operan como unidad.

Compilador: Es el programa que convierte el lenguaje de alto nivel en lenguaje de máquina.

Corriente.- Magnitud física que expresa la cantidad de electricidad que fluye por un conductor en la unidad de tiempo. Su unidad en el Sistema Internacional es el amperio.

Eje.- Barra, varilla o pieza similar que atraviesa un cuerpo giratorio y le sirve de sostén en el movimiento.

Fuselaje: Parte estructural del avión.

Frecuencia.- Número de veces que se repite un proceso periódico por unidad de tiempo.

Generador.- En las máquinas, parte que produce la fuerza o energía, como en las de vapor, la caldera, y en la electricidad, una dinamo.

Mecanismo.- Conjunto de las partes de una máquina en su disposición adecuada.

Microcontrolador: Circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria.

Motor.- Es máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energía Ej. Motor eléctrico, térmico, hidráulico.

Movimiento circular.- movimiento cuya trayectoria es una circunferencia. En este movimiento el vector velocidad varía constantemente de dirección, y su módulo puede también variar o no. Esto permite clasificar el movimiento circular en movimiento circular uniforme, si el módulo de la velocidad no varía, y movimiento circular uniformemente variado, si el

módulo de la velocidad varía de manera constante en el transcurso del tiempo.

Sistema.- Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.

Tacómetro.- Un tacómetro es un dispositivo para medir la velocidad de giro de un eje, normalmente la velocidad de giro del motor, se mide en revoluciones por minuto (RPM)

Velocidad.- Magnitud física que expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad de tiempo. Su unidad en el Sistema Internacional es el metro por segundo (m/s).

Voltaje: Es la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito.

Volts: Unidad del potencial eléctrico (Voltaje).

Bibliografía

- Electrónica práctica con Microcontroladores PIC (Santiago Corrales).
- Manual de mantenimiento del Avión T35B-Pillan. 01/Junio/2000 capítulo 24 (sistema eléctrico).
- Ricardo Antonio Martín, Antonio Colmenor, “Guía Práctica de Electricidad y Electrónica tomo 1” Editorial CULTURAL S.A. Madrid-España 1997
- Biblioteca de consulta Microsoft ® Encarta ® 2007. © 1993-2006 Microsoft Corporation.

Páginas WEB visitadas.

<http://www.tachometercenter.com>

<http://www.enaer.com>

<http://www.sabelotodo.org>

<http://www.wikipedia.com>

http://www.todomotores.cl/accesorios/instrumentos_tablero.htm

<http://www.abq-instrumentos.com/tacometro/tacometro-cdt1000.html>

Anexo “A”

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE AVIÓNICA

ANTEPROYECTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

1. EL PROBLEMA.

1.1 Planteamiento del problema.

La Armada del Ecuador tiene como reparto operativo a la Estación Aeronaval de Manta, esta fue creada hace 5 años con el principal objetivo de mantener vigilancia del mar territorial, reducir el contrabando, emigrantes y para el rescate de náufragos, opera en la ciudad de Manta provincia de Manabí la cual cuenta con diferentes tipos de aeronaves para la exploración aeromarítima y el entrenamiento de pilotos, entre las aeronaves de instrucción están los aviones T35B-Pillan, son las únicas aeronaves con motores recíprocos por este motivo demandan un alto grado de preparación y alistamiento constante por parte del personal de técnicos en todos sus sistemas, se ha determinado que las áreas más problemáticas en lo que respecta a los motores recíprocos es lo relacionado a los accesorios y partes que son accionadas por el giro del motor, en vista de esto surge la necesidad de implementar módulos de comprobación que sirvan para la calibración, reparación y verificación operacional de estos sistemas que la División de electricidad aun no dispone, ocasionando pérdida de tiempo y recursos que impiden el mantenimiento de las aeronaves, de no solucionarse seguirán la pérdida de esfuerzos, tiempo y recursos; así como la falta de una herramienta fundamental para el desempeño del mantenimiento e inspecciones de las

aeronaves. La eficiencia profesional, su preparación académica, pedagógica y valores agregados no está siendo aprovechado en su totalidad.

De ahí el valor de la **“CONSTRUCCION E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS DE COMPROBACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DEL MOTOR DEL AVIÓN T35B-PILLAN DE LA ESTACION AERONAVAL DE MANTA”**, para que sean más efectivas y eficientes las inspecciones, con el propósito principal de mantener listas las aeronaves para el cumplimiento de sus operaciones.

1.2 Formulación del problema.

¿Cómo evitar la pérdida de tiempo, recursos y mejorar la eficiencia profesional mediante la construcción e implementación de módulos de comprobación de los instrumentos de medición del motor del avión T35B-Pillan de la Estación Aeronaval de Manta?.

1.3 Justificación e importancia.

En vista que la Estación Aeronaval de Manta no dispone de este tipo de equipos que ocasionan pérdida de tiempo y recursos, la construcción e implementación de módulos de comprobación de los instrumentos de medición del motor del avión T35B-Pillan, constituye una herramienta primordial que facilitará optimizar el buen desempeño de las aeronaves, personal que opera y trabaja en el mismo de esta manera mantener en todo momento la seguridad de sus tripulantes.

Encontrando que lo antes expuesto impedirá que las aeronaves dejen de ser comprobadores de funcionamiento, así como disminuir el riesgo de

dañar mecanismos o dispositivos mientras se realiza todo tipo de pruebas tratando de aprovechar al máximo su vida, utilidad, y así ahorrarnos factor tanto económico como tiempo.

Contribuyendo así a la Institución y ayudando al mejor rendimiento del personal que opera, trabaja en estas aeronaves. Además nos prestara una ayuda de guía para el nuevo personal que llegue a laborar en la División de Electricidad.

De esta manera conseguir que las inspecciones que se realicen en estas aeronaves sean eficaces para ahorrar tiempo y recursos.

1.4 Objetivos.

1.4.1 General.

Evitar la pérdida de tiempo y recursos mejorando la eficiencia profesional mediante la construcción e implementación de módulos de comprobación que sirvan para la verificación operacional de los instrumentos de medición del motor del avión T35B-Pillan de la Estación Aeronaval de Manta

1.4.2 Específicos.

- Recopilar información del Manual General de Mantenimiento del avión T35B-Pillan.
- Analizar el funcionamiento del Sistema de Instrumentos de medición del motor del avión T35B-Pillan.

- Recopilar información de una persona técnica que haya realizado mantenimiento a dichos equipos, acerca de la seguridad y prevenciones para evitar accidentes.
- Establecer la importancia que tiene la construcción de estos módulos de comprobación y el impacto que provocará dichos cambios.
- Analizar alternativas para determinar el mejoramiento de los distintos módulos de comprobación que se puedan implementar acorde a las necesidades de aprendizaje de los técnicos y del personal que opera en las aeronaves T35B-Pillan.

1.5 Alcance.

El presente trabajo investigativo se realizará en la Estación Aeronaval de Manta en el departamento de mantenimiento en el área del avión T35B-Pillan, ya que se convertirá en una clave muy importante para el buen desarrollo de las actividades del personal técnico e involucrados directos y todas aquellas personas que estén relacionadas con la institución, servirá de fuente de información para la Estación Aeronaval de Manta y para el "ITSA".

A más del empleo técnico que tendrá este módulo de comprobación, también estará disponible para la instrucción y aprendizaje del personal que labora en la división de Electricidad, logrando adquirir experiencia y destreza en este tipo de sistema.

2. PLAN DE INVESTIGACIÓN.

2.1 Modalidad básica de la investigación.

Se ha determinado que será preciso utilizar las modalidades de **campo no participante**, ya que se llevará a cabo en el lugar del problema y nos permitirá una observación directa del hecho de estudio, es decir en las aeronaves y en los laboratorios de la División de Electricidad, así también se podrá establecer contacto directo con las Aeronaves T35B-Pillan para comprender el funcionamiento actual en especial del sistema de instrumentos de medición del motor sin intervenir en sus actividades normales.

Así mismo se utilizará la modalidad **Bibliográfica Documental** la misma que permitirá realizar una detallada investigación, proceso que se basará en la búsqueda de información necesaria que permita dar solución al problema antes expuesto. Para lo cual será útil investigar en el Departamento de Registro e Informes lugar donde se encuentran los manuales de Mantenimiento de las Aeronaves, en el cual se guarda información relacionada al tema de igual manera será puntual investigar en Internet con temas relacionados, principalmente a los operadores y personal técnicos que labora en las aeronaves ya que tienen experiencia y serian de una mejor ayuda, toda esta información nos servirá posteriormente para desarrollar el marco teórico.

2.2 Tipos de investigación.

Se utilizará la investigación **no experimental** porque las variantes no pueden ser intervenidas, es decir es evidente que en el transcurso del tiempo se han determinado fallas en dicho sistema lo cual produce efectos de recursos y tiempo.

2.3 Niveles de investigación.

La **investigación descriptiva**, permitirá describir el problema en estudio, detallando las situaciones, es decir de los resultados, analizarlos y ver el comportamiento de los componentes y sistemas, como es el caso del chequeo, calibración y prueba para los generadores tacómetros e indicadores de RPM de los aviones T35B-Pillan, mediante la aplicación de procedimientos de investigación complementarios, a través de la observación, encuestas y entrevistas partiendo de una muestra, permitiendo así plantear y desarrollar de mejor manera la investigación.

2.4 Universo, Población y Muestra.

Para obtener los mejores resultados estadísticos de la investigación será necesario señalar que el universo es la Estación Aeronaval de Manta, teniendo como población al personal técnico de mantenimiento, se realizará el muestreo estratificado, ya que serán seleccionados los técnicos que laboran en el Avión T35B-Pillan, a quienes beneficiará el presente proyecto de investigación.

2.5 Recolección de datos.

Para establecer los resultados de la investigación los datos que se obtendrán mediante las fichas de observación y cuestionarios serán tabulados se procesaran por medio de tablas estadísticas, representaciones gráficas para obtener una mejor visión del problema y a su vez sea más comprensible.

Posteriormente se llevará a cabo un análisis de resultados e interpretación de toda la información recolectada, la misma que permitirá

dar soluciones al problema planteado en el presente proyecto de investigación.

2.5.1 Técnicas.

La **Técnica Bibliográfica**, permitirá el reconocimiento documental que se obtendrá de los manuales de mantenimiento de la aeronave, tesis de grado relacionadas con el tema, información obtenida en Internet, toda esta información ayudará a elaborar el marco teórico.

La **Técnica de campo**, se realizará en los hangares de la Estación Aeronaval de Manta, lugar en el que se producen los hechos a través del contacto directo con las aeronaves y con el personal de técnicos y operadores del Avión T35B-Pillan. Entre ellas citamos:

La **Observación**, porque el objeto de estudio se realizará desde fuera, sin dificultar el desenvolvimiento normal del personal y el de las aeronaves.

Es importante señalar que se hará uso de la ficha de observación como instrumento de recopilación para obtener una mejor visión de la situación actual del sistema de instrumentos del motor del Avión T35B-Pillan

El **Cuestionario**, permitirá recopilar información pormenorizada de las condiciones actuales del sistema de instrumentos del motor del Avión T35B-Pillan cabe señalar que este cuestionario será de tipo **Auto-administrado**, será elegida como la más idónea para llegar a conocer mejor cada uno de los criterios de los técnicos y del personal

que opera en los aviones T35B-Pillan y realizar un análisis mediante el uso del cuestionario, logrando así abarcar todos los aspectos existentes para de esa manera dar solución al problema expuesto.

2.6 Procesamiento de la información.

Para el procesamiento de los resultados se tomará en cuenta los datos que arrojen los cuestionarios y se realizará mediante los siguientes pasos:

- Revisión crítica de la información recogida.
- Limpieza de la información defectuosa.
- Uso del programa Excel, para el procesamiento de los datos, para que puedan ser analizados.

2.7 Análisis e interpretación de resultados.

El **Análisis** se lo ejecutará de acuerdo a la información obtenida en todo el proceso de investigación, esta ayudará a determinar la situación actual del sistema de generadores tacómetros e indicadores de RPM del Avión T35B-Pillan, y permitirá establecer si en la investigación realizada se logrará cumplir con los objetivos planteados.

La **Interpretación** se la llevará a cabo mediante la aplicación del programa Excel, el cual nos permitirá una visión más clara de los problemas y necesidades que tiene el sistema de generadores tacómetros e indicadores de RPM del Avión T35B-Pillan, mediante representaciones gráficas.

Para la aplicación de las encuestas se recurrirá a las preguntas más simples ya que estas no permiten posibles respuestas, razonamientos o

conjeturas superficiales que impedirán una clara tabulación para la interpretación de los resultados.

2.8 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación.

La información que se obtendrá sobre el sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan, permitirá analizar la situación real del sistema de generadores tacómetros e indicadores de RPM del Avión T35B-Pillan, también ayudará a orientarnos específicamente a este sistema para posteriormente concluir y determinar las mejores alternativas y dar solución al problema. Será prioritario tomar en cuenta todos los factores analizados que nos puedan servir, antes de establecer las recomendaciones necesarias.

3. EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

3.1 Marco Teórico

3.1.1 Antecedentes de la investigación.

De acuerdo a una indagación previa, se encontró una tesis relacionada a nuestro tema de investigación el Proyecto de grado presentada el 05 de Junio del 2005, realizada por Santiago Fernando Reman Zambrano²⁹, cuyo tema es “Implementación de un tacómetro para la medición de velocidad en los motores DC del laboratorio de Electricidad e instrumentos utilizando “Labiew”, este proyecto se está utilizando como material de instrucción en el ITSA en la materia de Automatización Control y Proceso y es de gran ayuda para este proyecto ya que enseña cómo medir las revoluciones de un motor de corriente continua mediante un tacómetro virtual.

Manual de mantenimiento del Avión T35B-Pillan (01/Junio/2000)³⁰, Sistema Eléctrico (Capítulo 24, sección 8), este Manual de mantenimiento se utiliza como información fundamental, específicamente el capítulo 24 es el que se refiere al sistema eléctrico de avión y donde encontraremos información sobre el sistema de instrumentos de medición del motor. Así mismo se utiliza como material de Instrucción en la Escuela de Aviación Naval en la materia de Sistema Eléctrico del Avión.

²⁹ Tesis N-01 de Aviónica 2005.

³⁰ Primera Edición del Avión T35B-Pillan 2000.

3.1.2 Fundamentación teórica.

3.1.2.1 Generalidades del Avión T35B-Pillan

El T-35B PILLAN es un avión de instrucción básica militar fabricado por la empresa aeronáutica chilena Enaer.

Origen: A fines de la década de los setenta, la Fuerza Aérea de Chile comenzó los estudios para reemplazar a su entonces entrenador básico el Beechcraft T-34 Mentor, el 21 de marzo de 1979 comienza oficialmente el proyecto.

Característica: El T-35B PILLAN es monomotor de fuselaje tipo "semimonocoque", totalmente metálico. En la cabina, los paneles de instrumentos tienen la distribución básica de los aviones. El asiento trasero se encuentra semialzado para facilitar la visibilidad y tarea del instructor. La carlinga es una sola pieza de plástico acrílico que permite una amplia visión hacia el exterior. Su ala es baja del tipo "cantiléver" de sección constante y perfil NACA.



Fig. 3.1: Avión T35B-Pillan

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

El tren de aterrizaje es triciclo retráctil, teniendo control direccional en tierra a través de una rueda de nariz, la cual es gobernada por los pedales de manda del timón de dirección, la aviónica y controles de vuelo se encuentran duplicados en ambas cabinas, y permiten al alumno e instructor una capacidad de mando completa.

➤ **Especificaciones Generales**

- ✓ Tripulación: 2 (instructor y estudiante).
- ✓ Longitud: 8,00 m
- ✓ Envergadura: 8,84 m
- ✓ Altura: 2,64 m
- ✓ Superficie alar: 13,69 m²
- ✓ Peso vacío: 930,70 kg
- ✓ Planta motriz: 1 motor de 6 cilindros opuestos y 540 pulgadas cúbicas Lycoming IO-540-K1K5, (300 HP)
- ✓ Hélices: tripala Hartzel con velocidad constante modelo HC-C3YR-4BF/FC7663 R
- ✓ Diámetro de la hélice: 1,95 a 1,98 m (6,39 a 6,49 pies)
- ✓ **RPM al 100%: 2700 RPM**
- ✓ Capacidad para vuelo invertido.
- ✓ Capacidad y tipo de combustible: 77 Gls de 100LL (AVGAS).

➤ **Rendimiento**

- ✓ Velocidad máxima operativa : 180 nudos
- ✓ Alcance en vuelo: 735 MN
- ✓ Techo de servicio: 10.000 pies (3.500 m)
- ✓ Razón de ascenso: 1.525 pies/min ()
- ✓ Velocidad de crucero: 255 Km. /hr.
- ✓ Techo de servicio: 5.839 mts.

3.1.2.2 Tacómetro.

Un tacómetro es un dispositivo para medir la velocidad de giro de un eje, normalmente la velocidad de giro del motor, se mide en revoluciones por minuto (RPM).

Los primeros tacómetros mecánicos se basaron en la medición de la fuerza centrífuga. El inventor fue el ingeniero alemán Diedrich Uhlhorn, quien lo utilizó para medir la velocidad de las máquinas en 1817. Desde 1840, se utilizó para medir la velocidad de las locomotoras.³¹



Fig. 3.2: Tacómetro

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.1.2.2 Revoluciones por minuto (RPM).

Revoluciones por minuto (RPM) es una unidad de frecuencia, usada frecuentemente para medir la velocidad angular, una revolución es una vuelta de una rueda, un eje, un disco o cualquier cosa que gire sobre su propio eje. La unidad de

³¹ www.wikipedia.com

frecuencia del SI (Sistema Internacional de Unidades) es el hercio (Hz):

$$1rpm = 1 \cdot \left(\frac{r}{min} \right) = \left(\frac{1}{60} \right) Hz$$

La unidad de velocidad angular del SI es el radián por segundo:

$$1rpm = 1 \cdot \left(\frac{r}{min} \right) = 2\pi \cdot \left(\frac{rad}{min} \right) = \\ \left(\frac{2\pi}{60} \right) \cdot \left(\frac{rad}{s} \right) = 0.10471976 \left(\frac{rad}{s} \right)$$

Las revoluciones por minuto de una máquina eléctrica se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$rpm = 60s \cdot \left(\frac{f}{p} \right)$$

Donde f es la frecuencia de la corriente eléctrica (en Europa 50 Hz y en América 60 Hz) y la p son pares de polos. Cabe destacar que normalmente la placa de características de las máquinas eléctricas casi siempre lleva indicadas las revoluciones por minuto del motor cuando éste está suministrando su potencia total.³²

3.1.3 Clasificación de los Tacómetros.

Los tacómetros pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- **Tacómetros de contacto;** son aquellos en los que para hacer la medición se necesita hacer contacto entre el instrumento y la pieza que rota.

³² www.sabelotodo.org

- **Tacómetros sin contacto;** en estos no es necesario contacto entre las partes, La escala indicadora puede ser digital o analógica (de aguja).

3.1.4 Tipos de Tacómetro.

En general la velocidad de rotación de ejes en movimiento se puede determinar por muchas vías, por tal motivo existe gran variedad de tacómetros de acuerdo al principio de funcionamiento, los más comunes son:

- Tacómetros de corrientes Eddy.
- Tacómetros centrífugos.
- Tacómetros eléctricos.
- Tacómetros electrónicos contadores de pulsos inducidos.
- Tacómetros ópticos.
- Tacómetros estroboscópicos.³³

3.1.4.1 Tacómetro eléctrico.

Los tacómetros eléctricos son dispositivos que sirven para indicar la velocidad de rotación de piezas en movimiento rotacional. Estos aparatos basan su funcionamiento en el crecimiento o disminución del voltaje o la frecuencia de la corriente producida por un generador de corriente alterna al que se le aplica la velocidad de rotación a medir.

En la figura 3.3 se muestra un esquema que permite comprender el funcionamiento de estos aparatos. El voltaje y la

³³ www.sabelotodo.org/tacometroinduc.html

frecuencia de la corriente eléctrica producida por un generador, se comporta proporcional a la velocidad de rotación de este, de manera que si la velocidad de rotación aumenta o disminuye cierta cantidad, también lo harán en la misma proporción el voltaje y la frecuencia de la corriente generada. Podemos entonces construir un tacómetro eléctrico si se acopla un pequeño generador de corriente alterna al eje en rotación cuya velocidad se quiere medir, y su señal de salida se conecta a un voltímetro o frecuencímetro cuya escala haya sido calibrada convenientemente en unidades de velocidad de rotación.

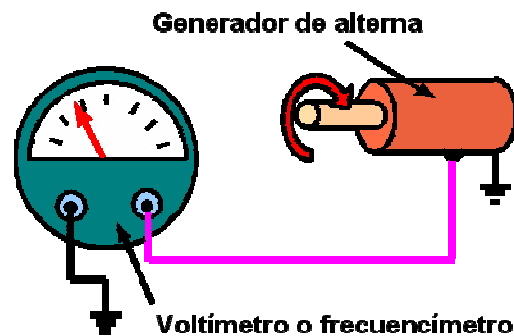


Fig. 3.3: Esquema de un Tacómetro Eléctrico

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.1.4.2 Tacómetros por conteo de pulsos.

Estos tacómetros, que pueden ser de contacto, o sin contacto con la pieza que gira, basan su funcionamiento en el conteo de la cantidad de pulsos eléctricos por unidad de tiempo, utilizando algún procedimiento de generación de esos pulsos proporcionales a la velocidad de giro de la pieza, cuya velocidad se quiere medir, en algunos casos, se utilizan directamente los pulsos generados, en otros, se acoplan al eje que se quiere medir la velocidad un dispositivo que los genera.

Existen dos métodos principales que se usan para lograr los pulsos eléctricos necesarios para la medición, estos son:

- Generando pulsos por medios ópticos.
- Generando pulsos por inducción magnética.

3.1.4.2.1 Generación magnética.

En la figura 3.4 se muestra un esquema de cómo funciona este tipo de tacómetro. Un pequeño generador de pulsos eléctricos de imanes permanentes, se acopla a la pieza cuya velocidad de rotación queremos medir, este generador puede producir uno más pulsos por cada vuelta de la pieza. La señal de salida del generador se conecta a un dispositivo electrónico que cuanta los pulsos por unidad de tiempo, y muestra la indicación correspondiente a esta velocidad, en la escala o en una pantalla digital.

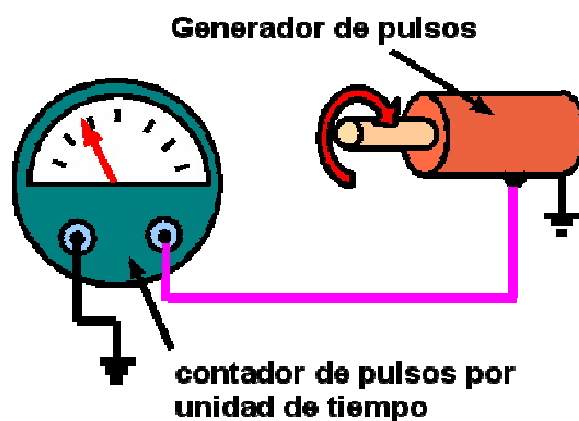


Fig. 3.4: Generación Magnética

Fuente: Investigación de Campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

3.2 Modalidad básica de la investigación.

Las presentes modalidades nos muestran las etapas ejecutadas, para la investigación del problema propuesto se aplicó una investigación de **campo no participante**, dirigiéndonos al hangar de la Estación Aeronaval de Manta, en donde se genera el problema, lo cual determinó las necesidades, se estableció que es preciso la construcción e implementación de módulos de comprobación para el sistema de instrumentos de medición del motor, así también se mantuvo contacto directo con los técnicos para comprender el funcionamiento actual de los mismos, sin intervenir en sus actividades normales.

Además una investigación **bibliográfica documental** que facilitó la implementación de un marco teórico para obtener conocimientos generales de los Manuales de Mantenimiento, Internet y sobre todo de los operadores y técnicos que laboran en las mismas acerca del problema planteado.

3.3 Tipos de investigación.

Se utilizó el tipo de investigación **no experimental** ya que nos permitió hacer una identificación clara, de acuerdo a los libros de vuelo de las aeronaves T35-B Pillan se ha determinado que en el sistema de instrumentos del motor han existido muchas discrepancias en los generadores tacómetros e indicadores de RPM y que para realizar los chequeos operacionales y pruebas se utiliza la aeronave como laboratorio, afectando los recursos tiempo, económico y horas hombre, sin emitir ninguna clase de nuevos resultados o soluciones.

3.4 Niveles de investigación.

Fue necesaria también la **Investigación Descriptiva** ya que emitió la descripción de los diferentes sistemas de instrumentos del motor como son:

- Indicador de E.G.T y sensor (Temperatura del tubo de escape del motor)
- Indicadores de combustible del Motor
- Indicador de temperatura de aceite del motor
- **Indicadores de RPM del motor y generador Tacómetro**

Mediante esta investigación permitió describir que el sistema que más discrepancias presenta es la de los **Indicadores de RPM y generador Tacómetro**, de esta manera se manifiesta la falta de módulos de comprobación para el sistema de instrumentos de medición del motor del avión T35-B Pillan.

3.5 Universo, población y muestra.

La investigación se llevó a cabo tomando como universo a la Estación Aeronaval de Manta, como población al personal técnico de mantenimiento y como muestra estratificada al personal de técnicos electricistas que laboran en el área T35B-Pillan, para obtener los mejores resultados estadísticos de la investigación.

La muestra estratificada del personal de electricistas tomada en cuenta está constituida por:

- 12 técnicos, los mismos que laboran en el área del avión T35B-Pillan.

3.6 Recolección de datos.

Este paso permitió identificar las fuentes de información, y determinar las condiciones actuales, esta actividad se llevó a cabo mediante fichas de observación y cuestionarios al personal técnico de la Estación Aeronaval de Manta.

3.6.1 Técnicas.

La **Técnica Bibliográfica**, permitió obtener el conocimiento científico documental que ayudó a construir el marco teórico.

La **Técnica de campo**, se realizó en la Estación Aeronaval de Manta, específicamente en la sección T35B-Pillan lugar en el que se producen los hechos a través del contacto directo con el personal técnico que trabaja en la misma.

La **observación**, porque el objeto de estudio se realizó sin dificultar el trabajo y desenvolvimiento normal del personal.

Cabe recalcar que se utilizó la ficha de observación como instrumento de recopilación para obtener una mejor visión de la situación actual de los sistemas de instrumentos de medición del motor del avión T35B-Pillan, (Ver Anexo B)

También se usó la técnica de investigación denominada **Cuestionario**, dentro de la cual se optó por del tipo **Auto-**

administrada, la cual nos permitió recabar información clara y precisa fue elegida como la más ideada ya que no entorpeció las labores del personal técnico de la Estación Aeronaval de Manta, con el fin de conocer mejor cada uno de los criterios del personal técnico y realizar un análisis mediante el uso del cuestionario. (Ver Anexo B), para lo cual se elaboraron 09 encuestas dirigidas al personal técnico que labora en la Estación Aeronaval de Manta, en la Sección T35B-Pillan. Esta actividad metodológica se aplicó al personal técnico logrando así abarcar todos los aspectos existentes para de esta manera buscar soluciones al problema expuesto.

3.7 Procesamiento de la información.

Se la realizó mediante los siguientes pasos:

- Revisión crítica de la información recogida.
- Limpieza de la información defectuosa.
- Uso del programa Excel para el procesamiento de los datos, para que puedan ser tabulados y analizados.

3.8 Análisis e interpretación de resultados.

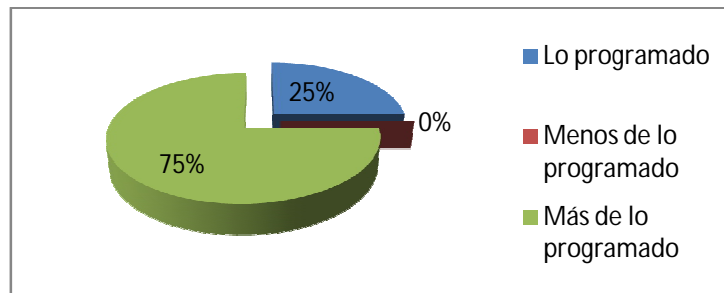
El **análisis** de resultados se dio a partir de los datos obtenidos de las encuestas realizadas y las fichas de observación, estos ayudaron a determinar la situación actual y se explica a continuación:

Análisis por pregunta realizada al personal técnico de la Estación Aeronaval de Manta.

PREGUNTA N°1

TABLA 3.1 ¿Al producirse una discrepancia en el sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan cuanto tiempo le toma solucionar dicha discrepancia?

Categoría		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
Lo programado	3	25,0	25,0	25
Más de lo programado	9	75,0	75,0	75
Menos de lo programado	0	0,0	0,0	0
Total	12	100,0	100,0	100



Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

Análisis de Datos:

El 25% del personal técnico soluciona una discrepancia en el sistema de instrumentos del motor en el tiempo programado, el 75% más de lo programado y el 0% menos de lo programado.

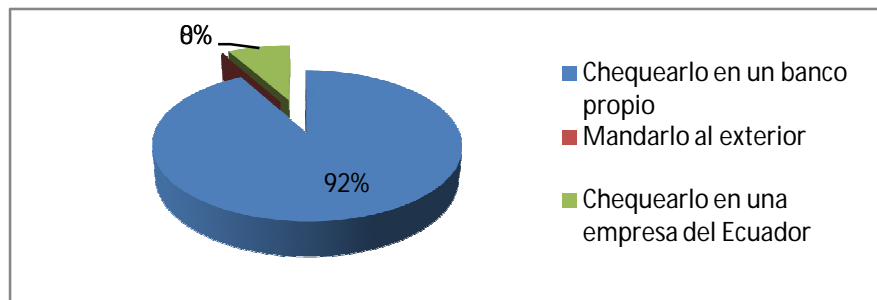
Interpretación de resultados:

El personal técnico no soluciona una discrepancia del sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan en el tiempo programado porque no cuentan con un módulo de comprobación para realizarlas y se toma a la aeronave como módulo de prueba lo que implica pérdida de recursos y tiempo.

PREGUNTA N°2

TABLA 3.2 ¿Para chequear el Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan como usted prefiere hacerlo?

Categoría		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
Chequearlo en un banco propio	11	92,0	92,0	92
Mandararlo al exterior	0	0,0	0,0	0
Chequearlo en una empresa del Ecuador	1	8,0	8,0	8
Total	12	100,0	100,0	100



Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

Análisis de Datos:

De acuerdo a los datos obtenidos se determina que el 92% de los técnicos encuestados, prefiere chequear el Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del sistema de instrumentos del motor en un banco propio, el 0% mandarlo al exterior y solo el 8% chequearlo en una empresa del Ecuador.

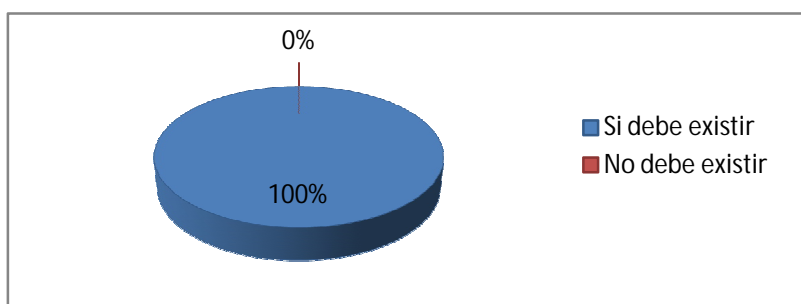
Interpretación de resultados:

La mayoría de los técnicos están de acuerdo que se realice el chequeo del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del sistema de instrumentos del motor en un banco propio.

PREGUNTA N°3

TABLA 3.3 ¿Cree usted que debe existir un módulo de comprobación para el chequeo del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del avión T35B-Pillan?

Categoría		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
Si debe existir	12	100,0	100,0	100
No debe existir	0	0,0	0,0	0
Total	12	100,0	100,0	100



Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

Análisis de Datos:

El 100% del personal técnico está consciente que en la Estación Aeronaval de Manta debe existir un módulo de comprobación para el chequeo del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del avión T35B-Pillan.

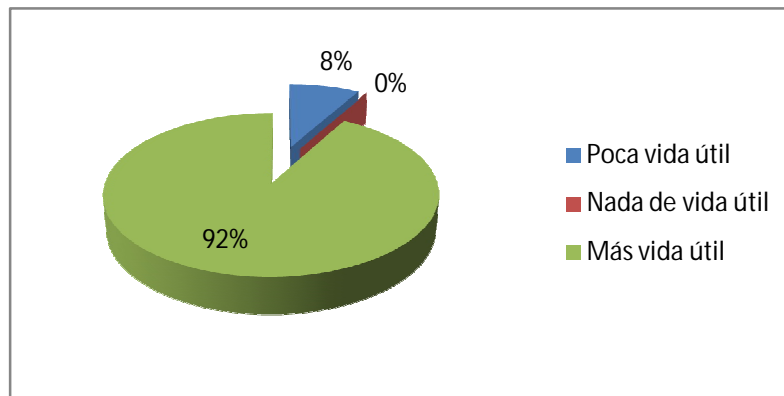
Interpretación de resultados:

De acuerdo a los resultados obtenidos, es urgente la implementación de un módulo de comprobación para realizar los chequeos correspondientes del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del avión T35B-Pillan.

PREGUNTA N°4

TABLA 3.4 ¿Cree usted que el módulo de comprobación le dará más vida útil de operación al Generador Tacómetro e Indicadores de RPM?

Categoría		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
Más vida útil	11	92,0	92,0	92
Poca vida útil	1	8,0	8,0	8
Nada de vida útil	0	0,0	0,0	0
Total	12	100,0	100,0	100



Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

Análisis de Datos:

El 92% del personal técnico, considera que el módulo de comprobación le dará más vida útil de operación al Generador Tacómetro e Indicadores de RPM, el 8% que le dará poca vida útil y el 0% nada de vida útil.

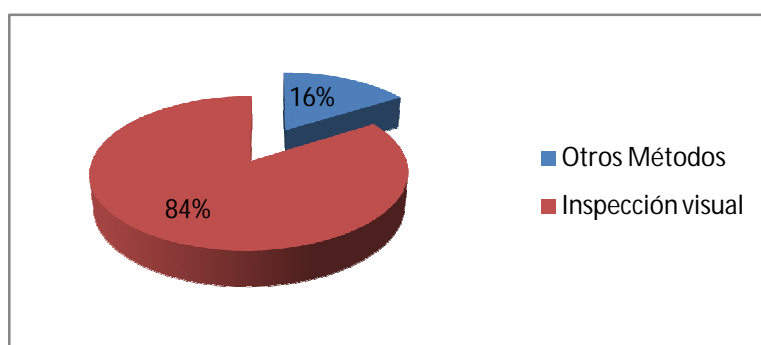
Interpretación de resultados:

La mayoría de los técnicos están de acuerdo que el módulo de comprobación le dará más vida útil de operación al Generador Tacómetro e Indicadores de RPM.

PREGUNTA N°5

TABLA 3.5 ¿Como usted realiza el chequeo del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan?

Categoría		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
Inspección visual	10	84,0	84,0	84
Otros Métodos	2	16,0	16,0	16
Total	12	100,0	100,0	100



Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

Análisis de Datos:

El 84% del personal técnico realiza una inspección visual al Generador Tacómetro e Indicadores de RPM y el 16% realiza una inspección por otros métodos.

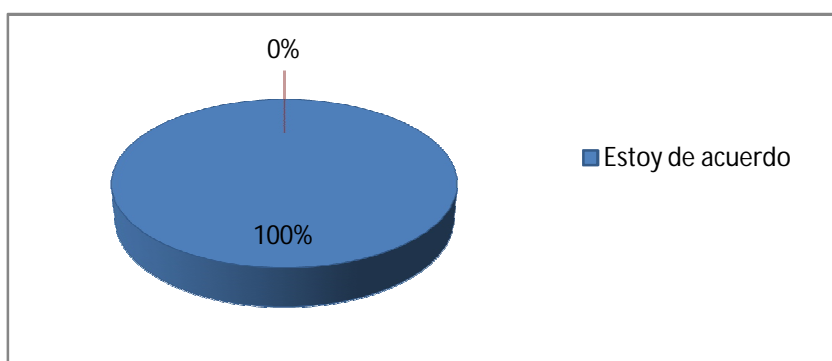
Interpretación de resultados:

La mayoría del personal técnico de la Estación Aeronaval de Manta realiza una inspección visual al Generador Tacómetro e Indicadores de RPM y el 16% realiza una inspección por otros métodos, porque no cuenta con un módulo de comprobación para realizar dichas inspecciones.

PREGUNTA N°6

TABLA 3.6 ¿Está de acuerdo que se sigan implementando módulos de comprobación para el sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan?

Categoría		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
Estoy de acuerdo	12	100,0	100,0	100
No estoy de acuerdo	0	0,0	0,0	0
Total	12	100,0	100,0	100



Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

Análisis de Datos:

El 100% del personal técnico está de acuerdo que se sigan implementando módulos de comprobación para el sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan.

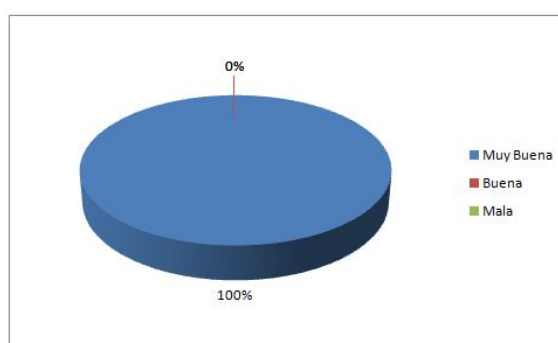
Interpretación de resultados:

En su totalidad el personal técnico considera que es importante que se sigan implementando módulos de comprobación para el sistema de instrumentos del motor.

PREGUNTA N°7

TABLA 3.7 ¿Al tener un módulo de comprobación para el chequeo del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del avión T35B-Pillan la eficiencia del personal técnico será?

Categoría		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
Muy Buena	12	100,0	100,0	100
Buena	0	0,0	0,0	0
Mala	0	0,0	0,0	0
Total	12	100,0	100,0	100



**Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan**

Análisis de Datos:

El 100% de los resultados obtenidos del personal técnico indica que si existiera un módulo de comprobación para el Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del avión T35B-Pillan, la eficiencia del personal técnico sería muy buena.

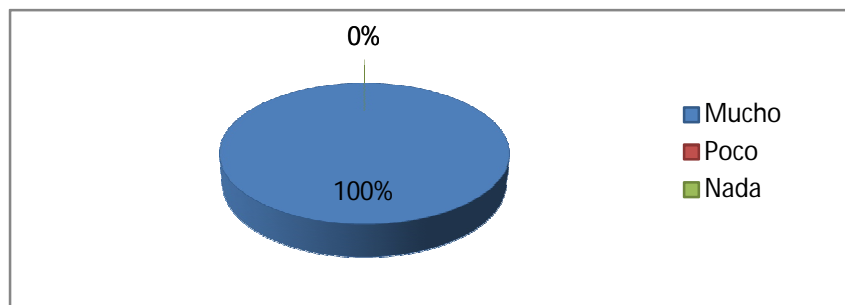
Interpretación de resultados:

En su totalidad el personal técnico considera que es importante que se construya un módulo de comprobación para aprovechar al máximo la eficiencia del personal técnico.

PREGUNTA N°8

TABLA 3.8 ¿Cuánto ayudaría en las inspecciones de mantenimiento un módulo de comprobación para el chequeo del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del avión T35B-Pillan?

Categoría		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
Mucho	12	100,0	100,0	100
Poco	0	0,0	0,0	0
Nada	0	0,0	0,0	0
Total	12	100,0	100,0	100



Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

Análisis de Datos:

El 100% del personal técnico está consciente que el módulo de comprobación ayudaría mucho en las inspecciones de mantenimiento del sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan.

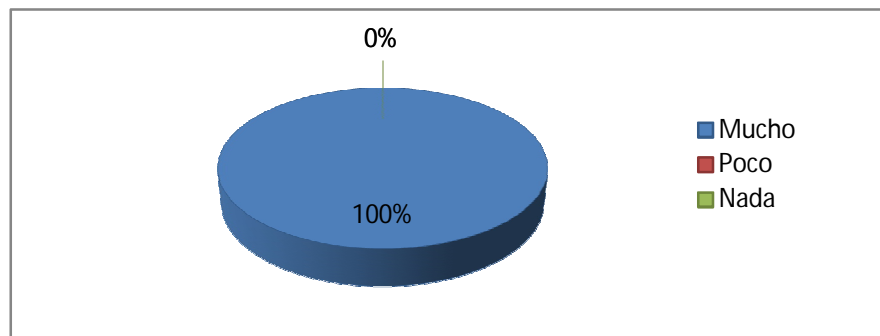
Interpretación de resultados:

El módulo de comprobación ayudaría mucho en las inspecciones de mantenimiento porque ya no se realizaría una inspección visual o por otros métodos y la aeronave no se la utilizaría como módulo de prueba.

PREGUNTA N°9

TABLA 3.9 ¿El módulo de comprobación para el chequeo del generador tacómetro e indicadores de RPM facilitaría una instrucción a los nuevos técnicos de mantenimiento del Avión T35B-Pillan?

Categoría		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
Mucho	12	100,0	100,0	100
Poco	0	0,0	0,0	0
Nada	0	0,0	0,0	0
Total	12	100,0	100,0	100



Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

Análisis de Datos:

El 100% del personal técnico está consciente que el módulo de comprobación le será de mucha ayuda a las instrucciones de los nuevos técnicos de mantenimiento.

Interpretación de resultados:

El módulo de comprobación ayudaría mucho a los nuevos técnicos de mantenimiento porque realizarán las diferentes pruebas y solucionaran discrepancias en los diferentes componentes del sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan.

3.9 Conclusiones y recomendaciones de la investigación.

La información que se obtuvo sobre el chequeo del generador tacómetro e indicadores de RPM del sistema de instrumentos del motor del Avión T35B-Pillan, permitió llegar a las conclusiones y determinar las mejores alternativas para posteriormente establecer las recomendaciones necesarias.

Conclusiones.

- Actualmente la Estación Aeronaval de Manta no dispone de un Módulo de comprobación para chequear el generador tacómetro e indicadores de RPM del sistema de instrumentos del motor del Avión T35B-Pillan.
- El Módulo de comprobación será construido para comprobar el chequeo funcional del generador tacómetro e indicadores de RPM del sistema de instrumentos del motor del Avión T35B-Pillan.
- Se analizó el funcionamiento del sistema y se determinó la ubicación de cada uno de los componentes que lo conforman como son: el Generador Tacómetro, indicadores de RPM y conectores, materiales que proveerá la Estación Aeronaval de Manta para la construcción del módulo de comprobación.
- El módulo de comprobación del generador tacómetro e indicadores de RPM del sistema de instrumentos del motor del Avión T35B-Pillan será realizado tomando en cuenta el factor económico, rendimiento, facilidad de operación y chequeo confiable.

Recomendaciones.

- Tomando en consideración lo expuesto, se ha visto la necesidad de que la Estación Aeronaval de Manta, debe contar con un módulo de comprobación adecuado y equipado acorde a las necesidades actuales en la sección del Avión T35B-Pillan.
- Hacer referencia siempre a las normas y precauciones de seguridad indicadas en los manuales de operación y mantenimiento evitando así que estos provoquen accidentes y los componentes sufran desperfectos.
- Se recomienda la implementación de otros módulos de comprobación para los diferentes componentes del sistema de instrumentos del motor ya que ayudarían a solucionar discrepancias y a mantener la aeronave operativa.
- Posteriormente es recomendable llevar un mantenimiento periódico del módulo de comprobación para que este no sufra fallas.

4. FACTIBILIDAD DEL TEMA.

En esta sección se va a estudiar cada unas de las alternativas que se ha tomado en cuenta para el desarrollo del proyecto de investigación poniendo énfasis en las características técnicas, legales y económicas.

De este análisis minucioso se tomará la decisión correcta para seleccionar los mejores componentes que cumplan con las características que necesitamos para implementar el módulo de comprobación, tomando en cuenta el factor económico, la disponibilidad en el mercado, tiempo de garantía y mantenimiento técnico.

4.1 Técnica.

Para la implementación del módulo de comprobación en la sección T35B-Pillan de la Estación Aeronaval de Manta, se ha determinado que es posible realizar el proyecto porque existen los componentes y materiales necesarios los más importantes son:

➤ Indicador Tacómetro.

El avión T35B-Pillan tiene un indicador tacómetro que se usa básicamente para saber la potencia que da el avión, Así mismo, tiene unas marcas para indicar la potencia máxima del motor (en rojo) y el número máximo de revoluciones del motor en distintas fases de vuelo, este indicador muestra las revoluciones del motor en porcentaje a través de una carátula graduada de 0 a 120 R.P.M.

La implementación de este indicador tacómetro se realizó considerando calidad, aplicación y disponibilidad en la bodega de repuestos de la Estación Aeronaval de Manta, en el módulo de comprobación se utilizará un indicador el cual satisface las necesidades del proyecto.



Fig. 4.1: Indicador Tacómetro
Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

➤ **Generador Tacómetro.**

El generador tacómetro es un generador de corriente continua pulsante, en el avión T35B-Pillan va conectado al motor en la sección de accesorios, sobre el filtro de aceite, este generador envía una señal pulsante al indicador tacómetro el cual nos da indicación de las revoluciones del motor.



Fig. 4.2: Generador Tacómetro
Fuente: Investigación de campo
Realizado por: Cbos. Vera Juan

En el módulo de comprobación mediante un acople tipo matrimonio el generador se conecta a un motor de corriente continua que es el que genera las 2700 R.P.M. simulando de esta manera el motor del Avión.

La implementación de este generador tacómetro se realizó considerando calidad, aplicación y disponibilidad en la bodega de repuestos de la Estación Aeronaval de Manta, en el módulo de comprobación se utilizará un generador el cual satisface las necesidades del proyecto.

➤ **Motor de corriente continua**

Es una máquina rotatoria de movimiento infinito, que convierte energía eléctrica en energía mecánica, este motor trabaja con 28V. DC y genera 6000 R.P.M., en el módulo de comprobación mediante reóstatos se consigue variar las revoluciones a 2700 RPM.

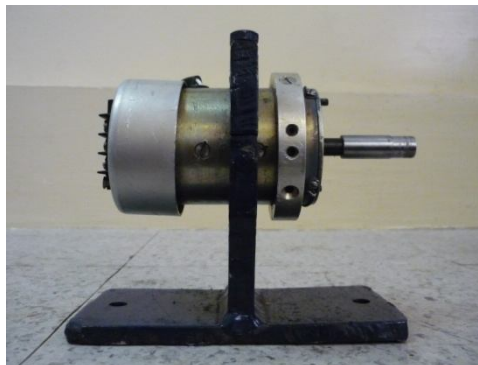


Fig. 4.3: Motor de Corriente Continua

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Cbos. Vera Juan

El motor de corriente continua reemplazará al motor del avión y es el que proveerá las revoluciones necesarias en este caso 2700R.P.M. ideales para el proyecto.

➤ **Conectores.**

Tanto en el indicador como en el generador tacómetro se utiliza conectores tipo rosca, en el interior de estos conectores existen unos pines en los cuales se sueldan los cables que serán los encargados de transportar señales como: voltaje, corriente, pulsos hacia los diferentes componentes del módulo de comprobación.

➤ **Fuente de poder.**

Para este proyecto será necesaria una fuente de alimentación de 28V DC encargada de proveer el voltaje necesario para los diferentes componentes del módulo de comprobación

4.2 Legal.

Para la realización del proyecto se toma en consideración documentación de tipo legal por que se tiene como referencia básica Órdenes técnicas tomadas del Manual de mantenimiento del avión T-35B PILLAN.

4.3 Operacional.

Una vez finalizado e implementado el módulo de comprobación para el generador tacómetro e indicadores de RPM del avión T35B-Pillan, dicho módulo reposará en el laboratorio de Electricidad de la

Estación Aeronaval de Manta para su funcionamiento, operatividad y como una guía fundamental para las nuevas generaciones que se están iniciando en el campo de Aviación.

5. DENUNCIA DEL TEMA.

“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE COMPROBACIÓN PARA EL CHEQUEO FUNCIONAL DEL GENERADOR TACÓMETRO E INDICADORES DE RPM DEL AVIÓN T35B-PILLAN”

Anexo “B”

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE AVIÓNICA

OBSERVACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DEL MOTOR DEL AVIÓN T35B-PILLAN.

DATOS INFORMATIVOS:

Lugar: Estación Aeronaval de Manta
Fecha: 12 de Febrero del 2009
Observador: Cbos. EL-AV Vera Yagual Juan José

OBJETIVO:

- Obtener una mejor visión de la situación actual de los sistemas de instrumentos de medición del motor del avión T35B-Pillan.

OBSERVACIONES:

Con esta Ficha se pudo observar el desenvolvimiento de los técnicos frente a las discrepancias de los sistemas de instrumentos de medición del motor, la cual no era óptima ya que no existen módulos de comprobación para realizar los diferentes chequeos operacionales de estos sistemas, lo que hace que se tome a la aeronave como laboratorio para realizar las pruebas funcionales, afectando de esta manera la vida útil del avión y recursos económicos, tiempo y horas hombre.

Anexo “C”

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO CARRERA DE AVIÓNICA

Encuesta dirigida al personal técnico de la sección T35B-Pillan de la “ESTACIÓN AERONAVAL DE MANTA”

Objetivo: Investigar la importancia de un módulo de comprobación para el chequeo del generador tacómetro e indicadores de RPM del Avión T35B-Pillan.

Indicaciones: Lea detenidamente las preguntas y luego conteste cada una de ellas en forma muy honesta y franca. Ponga a su criterio una **X** en el sitio que considere conveniente:

1. ¿Al producirse una discrepancia en el sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan cuanto tiempo le toma solucionar dicha discrepancia?

LO PROGRAMADO

MÁS DE LO PROGRAMADO

MENOS DE LO PROGRAMADO

2. ¿Para chequear el Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan como usted prefiere hacerlo?

CHEQUEARLO EN UN BANCO PROPIO

MANDARLO AL EXTERIOR

CHEQUEARLO EN UNA EMPRESA DEL ECUADOR

3. ¿Cree usted que debe existir un módulo de comprobación para el chequeo del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del avión T35B-Pillan?

SI DEBE EXISTIR

NO DEBE EXISTIR

4. ¿Cree usted que el módulo de comprobación le dará más vida útil de operación al Generador Tacómetro e Indicadores de RPM?

MÁS VIDA ÚTIL

POCA VIDA ÚTIL

NADA DE VIDA ÚTIL

5. ¿Como usted realiza el chequeo del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan?

INSPECCIÓN VISUAL.

OTROS MÉTODOS.

6. ¿Está de acuerdo que se sigan implementando módulos de comprobación para el sistema de instrumentos del motor del avión T35B-Pillan?

ESTOY DE ACUERDO

NO ESTOY DE ACUERDO

7. ¿Al tener un módulo de comprobación para el chequeo del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del avión T35B-Pillan la eficiencia del personal técnico será?

MUY BUENA

BUENA

MALA

8. ¿Cuánto ayudaría en las inspecciones de mantenimiento un módulo de comprobación para el chequeo del Generador Tacómetro e Indicadores de RPM del avión T35B-Pillan?

MUCHO

POCO

NADA

9. ¿El módulo de comprobación para el chequeo del generador tacómetro e indicadores de RPM facilitaría una instrucción a los nuevos técnicos de mantenimiento del Avión T35B-Pillan?

MUCHO

POCO

NADA

.....

FIRMA

CI.....

Anexo “D”

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA: AVIONICA

INFORME DE ACEPTACIÓN DE USUARIO DESPUÉS DE LA “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE COMPROBACION PARA EL CHEQUEO FUNCIONAL DEL GENERADOR TACOMETRO E INDICADORES DE RPM DEL AVIÓN T-35B PILLAN”.

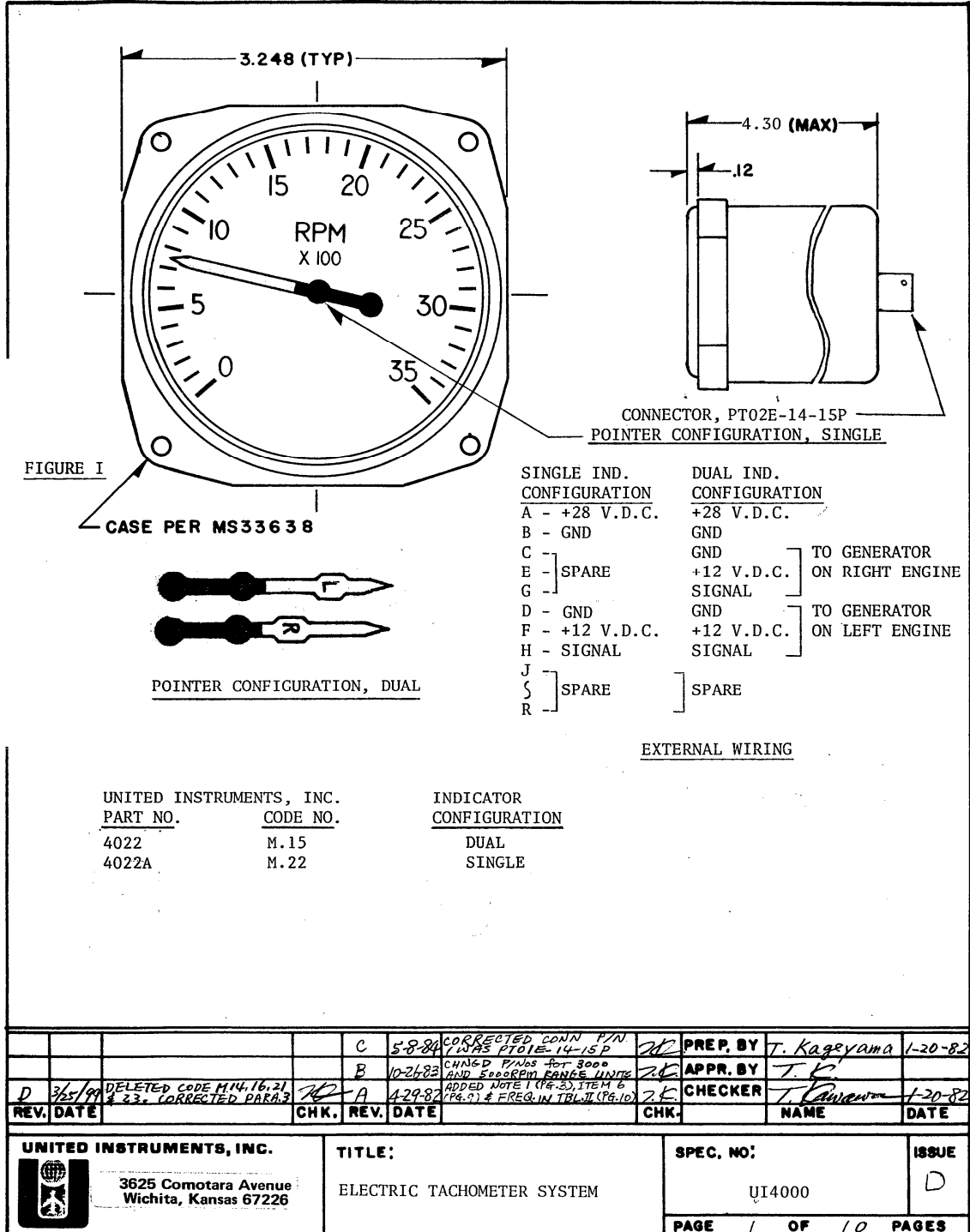
Yo, Sgop Medina José, Docente de la materia de Control Industrial después de haber comprobado el correcto funcionamiento del módulo estoy absolutamente de acuerdo con el trabajo realizado por el Sr. Cbos. Vera Juan cuyo tema es: **“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE COMPROBACION PARA EL CHEQUEO FUNCIONAL DEL GENERADOR TACOMETRO E INDICADORES DE RPM DEL AVIÓN T-35B PILLAN”.**

Atentamente:

SGOP JOSÈ MEDINA
DOCENTE DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA

Anexo "E"

Electric Tachometer System



UIE-10

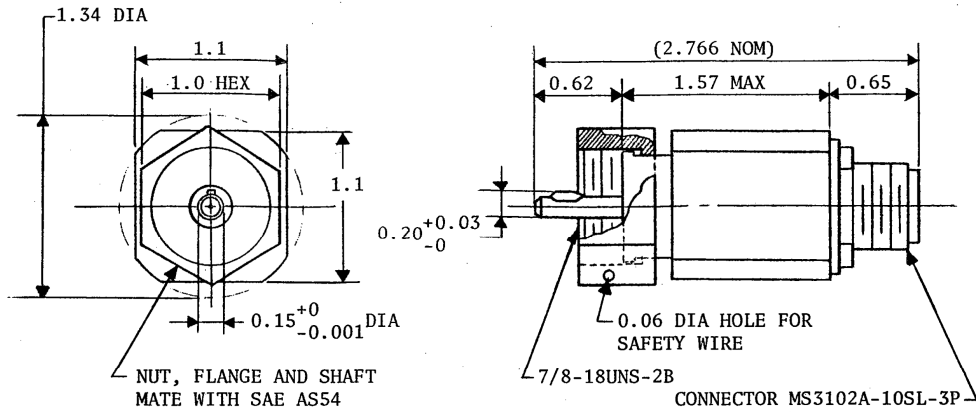


FIGURE II-A

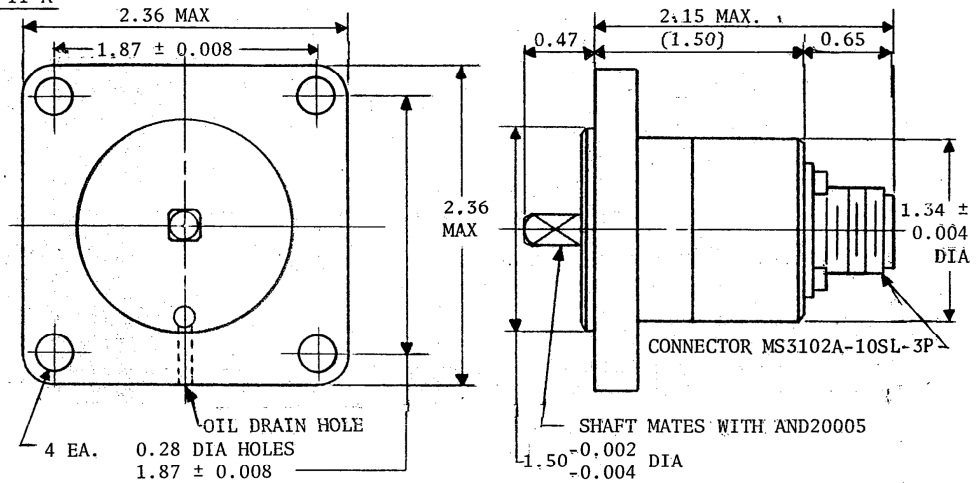


FIGURE II-B

EXTERNAL WIRING

- A + 12 VDC FROM INDICATOR (RED)
- B GENERATOR SIGNAL (WHITE)
- C AIRCRAFT GROUND (BLACK)

UI P/N	C/N
4002-N	M.8
4002-F	M.9

EXTERNAL CONFIGURATION
(FIGURE NUMBER)

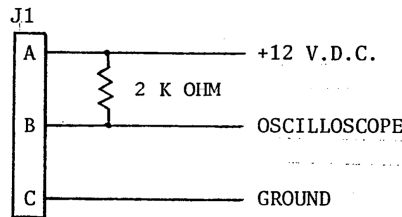
- II - A
- II - B

CUSTOMER ACCEPTANCE SPECIFICATION	TITLE: ELECTRIC TACHOMETER SYSTEM	SPEC. NO. UI4000	ISSUE D
		PAGE 2 OF 10	PAGES

5.3.2 Output Signal Level (Generator Only)

The generator shall be connected as shown in Figure III. At each test point listed in Table I, generator signal observed on an oscilloscope shall be uniform square wave form and its signal frequency and level shall meet the requirements specified.

FIGURE III
GENERATOR SIGNAL



5.3.3 Scale Error (Indicator Only)

The indicator shall be connected to its generator(s) and the generator(s) operated at the shafts within the ranges specified in Table II. The scale error at any test point shall not exceed the tolerances specified, with the speed increasing or decreasing. When the speed is held constant at any point on the scale, the pointer shall not oscillate over a range greater than 20 RPM from 600 RPM to full scale indication.

5.3.4 Friction (Indicator Only)

The indicator shall be tested for friction at test points listed in Table II. The generator shaft speed shall be so increased as to bring the pointer of the indicator approximately to the desired reading and then held constant while two readings are taken, before and after the indicator is tapped. The difference between any such reading is the friction error and shall not exceed tolerances specified in Table II.

5.3.5 Position Error (Indicator Only)

With sufficient generator shaft speed applied to obtain a reading of approximately mid-scale, indicator shall be held in each of several different positions. The change in the readings of the indicator with change in position from the normal test position shall not exceed 25 RPM.

5.3.6 Insulation Resistance

Insulation resistance test of the indicator and generator shall be performed prior to connection of the internal ground wire. The insulation resistance measured at 200 V.D.C. for five seconds between all electrical circuits connected together and the metallic case shall not be less than 5 megohms. Insulation resistance measurements shall not be made to circuits where the potential will appear across elements such as windings, resistors, capacitors, since this measurement

CUSTOMER ACCEPTANCE SPECIFICATION	TITLE:	SPEC. NO.	ISSUE
	ELECTRIC TACHOMETER SYSTEM	UI4000	D
		PAGE 6 OF 10	PAGES

TABLE I
GENERATOR SIGNAL

Generator Shaft Speed (RPM)	Generator Signal	
	Frequency (Hz)	Level (V.D.C.)
750	187.5	V(HIGH) = 12 V.D.C. Nominal, 11 V.D.C. Minimum V (LOW) = 0.5 V.D.C. Nominal, 1.0 V.D.C. Maximum
1500	375.0	

TABLE II
INDICATOR SCALE ERROR

Generator Shaft Speed (RPM)	Indicated Speed (RPM)	Scale Error (RPM)	Friction (RPM)
250 (62.5 Hz)	500	40	-
500 (125.0 Hz)	1,000	25	50
750 (187.5 Hz)	1,500	25	-
1,000 (250.0 Hz)	2,000	25	50
1,250 (312.5 Hz)	2,500	25	-
1,500 (375.0 Hz)	3,000	40	50
1,750 (437.5 Hz)	3,500	40	-
2,000 (500.0 Hz)	4,000	40	-
2,250 (562.5 Hz)	4,500	40	-

CUSTOMER ACCEPTANCE SPECIFICATION	TITLE: ELECTRIC TACHOMETER SYSTEM	SPEC. NO. UI4000	ISSUE D
		PAGE 10 OF 10	PAGES

Anexo "F"

Circuito de indicadores del motor

SECCION IX

O.T. 1T-35-2

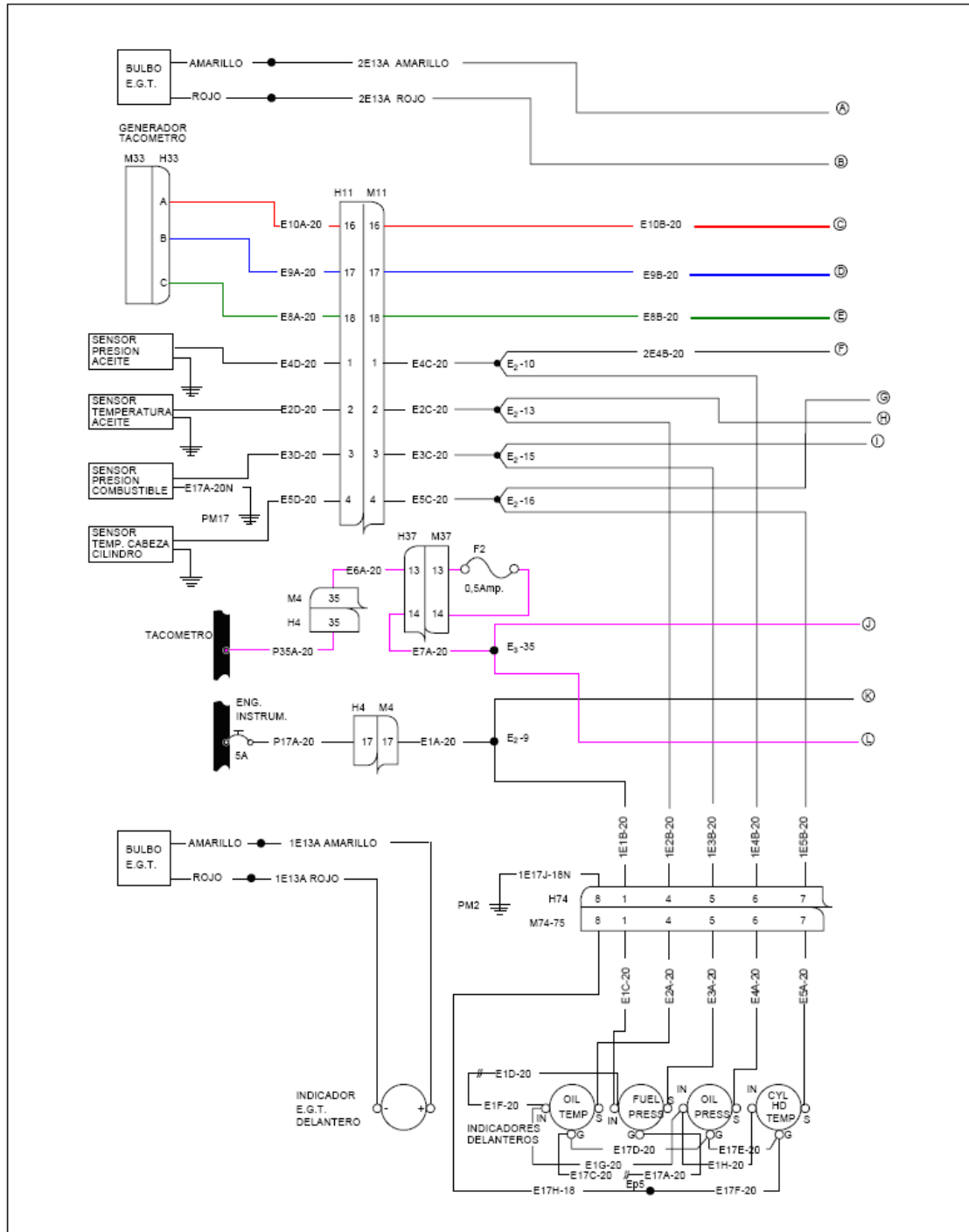


Figura 9.6 CIRCUITO DE INDICADORES DEL MOTOR (Hoja 1 de 2)

9.14
CAMBIO 4

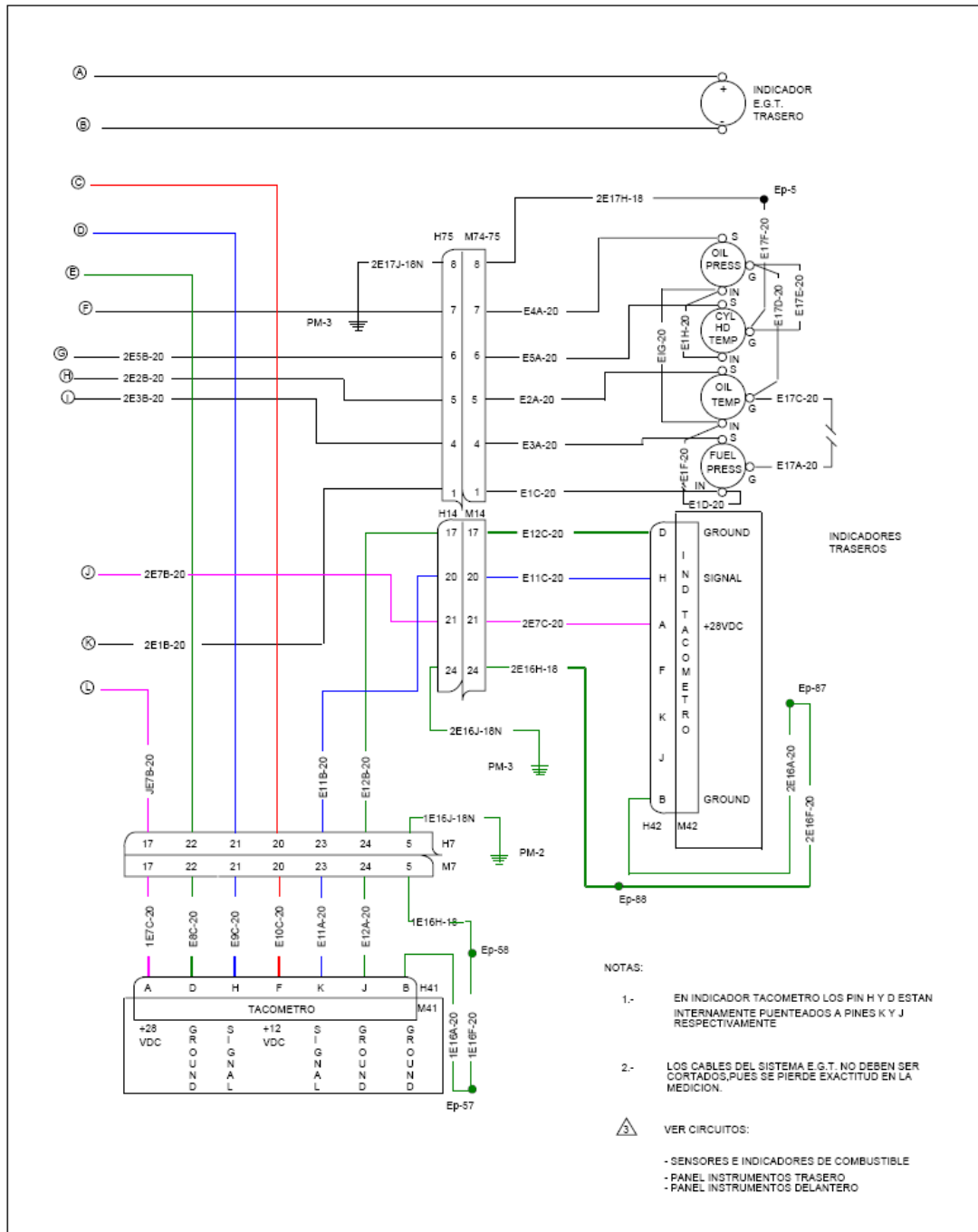
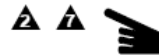


Figura 9.6 CIRCUITO DE INDICADORES DEL MOTOR (Hoja 2 de 2)



9.15
CAMBIO 4

Anexo "G"

DETALLE DEL PROGRAMA

!*****

!* Name : CONTADOR DE RPM

*

!* Autor : JUAN JOSE VERA YAGUAL

*

!* Date : 20/11/2009

*

!*****

ADCON1 = 7

revo var word

porc var word

define LCD_DREG PORTB

DEFINE LCD_DBIT 0

DEFINE LCD_RSREG PORTB

DEFINE LCD_RSBIT 4

DEFINE LCD_EREG PORTB

DEFINE LCD_EBIT 5

define osc 4

LCDOUT \$FE,1, " ESANMA"

LCDOUT \$FE,\$C1, "DPTO DE MANTTO"

pause 1500

lcdout \$fe,1," MODULO DE "

lcdout \$fe,\$c2,"COMPROBACION "

pause 1500

lcdout \$fe,1," GEN. TACOMETRO "

lcdout \$fe,\$c1,"IND. TACOMETRO "

pause 1500


prog:

count portC.4,1000,porc

```
count portC.4,1000,rev0
rev0=rev0
porc=porc*8
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$83,"**", " ",Dec rev0," Hz**"
lcdout $fe,$C3,"**",dec porc," RPM*"
goto prog
```

Anexo "H"

TABLA DE PRUEBAS

TABLA DE PRUEBAS					
ESANMA	AERONAVE:			FECHA:	
	N° O.T.				
	GENERADOR TACÓMETRO				
	N/S:		N/P:		
	INDICADOR TACÓMETRO				
N/S:		N/P:			
Motor encendido	SI	NO			
LCD encendido	SI	NO			
PARÁMETROS DE SALIDA Y PORCENTAJES		PERMITIDOS		VALORES REALES	
Voltaje de salida del indicador:		11.8 - 12.2 Vdc		Vdc	
Indicador al 40%	RELANTIN	132 - 136 Hz	1055 - 1105 RPM	Hz	RPM
Indicador al 80%	P. FUNCIONALES	268 - 272 Hz	2135 - 2185 RPM	Hz	RPM
Indicador al 100%	DESPEGUE	335 - 339 Hz	2675 - 2725 RPM	Hz	RPM
OBSERVACIONES:					
NOTA: Luego de realizar los diferentes chequeos, si uno de los valores reales no se encuentran dentro de los parámetros permitidos, el elemento se encuentra inoperativo					
	H.H.:	N° Técnicos:	Nombre y Grado Responsable	Control de Calidad	

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

Nombres : Vera Yagual Juan José
Nacionalidad : Ecuatoriana
Fecha de Nacimiento : 07 de Septiembre de 1982
Cédula de Ciudadanía : 092137253-8
Teléfonos : 042776965 - 096366073
Correo Electrónico : juanjose709@hotmail.com
Dirección : Salinas Cdl. Frank Vargas P.



ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria : Esc. Fiscal de Niños #2 Presidente Alfaro
Secundaria : Colegio Militar Eugenio Espejo (Salinas).
Superior : CENTRO TECNOLÓGICO NAVAL
(CETNAV)
INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR AERONÁUTICO (ITSA)

EXPERIENCIA PROFESIONAL

Electricista de Aviación de los Aviones T-35B Pillan, T34C-1 Mentor,
Super King Air

TÍTULOS OBTENIDOS

- Bachiller Técnico en Electricidad.
- Técnico Superior en la Especialidad de Electricidad.

- Egresado en la carrera de Electrónica mención Instrumentación y Aviónica.
- Suficiencia en el Idioma Ingles.

CURSOS Y SEMINARIOS

- Curso de Operador de Electro Óptico
- Curso Contra Incendio

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

CBOS. EL. AV. VERA YAGUAL JUAN JOSÉ

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCION EN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

Ing. PILATASIG PABLO.

Latacunga, 17 de diciembre del 2009.

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, CBOS. EL. AV. VERA YAGUAL JUAN JOSÉ, Egresado de la carrera de Electrónica Mención en Instrumentación y Aviónica, en el año 2008, con Cédula de Ciudadanía N° 092137253-8, autor del trabajo de graduación “Construcción e Implementación de un módulo de comprobación para el chequeo funcional del Generador Tacómetro e Indicadores de rpm del avión T35B-Pillan”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

CBOS. EL. AV. VERA YAGUAL JUAN JOSÉ

Latacunga, 17 de diciembre del 2009

