

# *Implementación de un Banco de Prueba para Indicadores y Probetas del Sistema de Combustible del AC-47T*

## *Testing bench implementation for indicators and test tubes in the AC 47T fuel systems*

Fecha de recepción: Mayo 16/2008  
Fecha de evaluación: Mayo 28/2008  
Fecha de aprobación: Junio 4/2008

Sbr. Burbano Guzmán Jhon Alberto  
Sbr. Trujillo Corral Carlos Andrés  
Ds. Arce Castañeda Hector Fabio<sup>15</sup>

### **ABSTRACT**

*This project is related to the design, manufacturing and implementation of a testing bench for indicators and test tubes in the AC 47T fuel systems, "Ghost" establishing the maintenance level of its functioning according to the manufacturer technical orders with a high level of quality.*

### **KEY WORDS**

*Digital systems, analog systems, micro controllers, electronic maintenance, transmitter mode, indicator mode, PIC, testing bench.*

### **RESUMEN**

El proyecto consiste en el diseño, fabricación e implementación de un banco para pruebas de los indicadores y las probetas del nivel de combustible del AC 47T "Fantasma; estableciendo el nivel de mantenimiento de su funcionamiento según las órdenes técnicas del fabricante con calidad.

### **PALABRAS CLAVES**

Sistemas digitales, sistemas análogos, Microcontroladores, mantenimiento electrónico, modo transmisor, modo indicador, PIC, banco de prueba

### **INTRODUCCIÓN**

Este proyecto tiene como finalidad agilizar los procesos de reparación de los transmisores e indicadores del nivel de combustible del AC 47T. El cual le permitirá

realizar la reparación de forma rápida y eficiente con óptimos resultados.

Asimismo con este banco se pretende brindar una herramienta de ayuda a la fuerza aérea que sirva para futuras generaciones y trascienda en la institución para mejorar e innovar tecnológicamente.

Este proyecto es para los técnicos de los talleres de instrumentos del Comando Aéreo de Mantenimiento para ayudar en la búsqueda de suplir la necesidad contribuyendo así al desarrollo de las operaciones aéreas.

Se logrará realizar este proyecto por medio de las consultas bibliográficas en publicaciones técnicas, páginas Web, cursos del SENA y buscando fuentes de información en los propios talleres con los técnicos que allí realizan el trabajo en el Fantasma.

<sup>15</sup> Estudiantes último año del curso 79 de la Tecnología de Electrónica Aeronáutica, Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz, de la Fuerza Aérea Colombiana. Artículo fundamentado en su proyecto de Grado.



Este proyecto permitió profundizar en temas de electrónica como lo son los microcontroladores, los cuales fueron de mucha ayuda en la realización del proyecto. Además de buscar ayudas externas como lo fueron cursos realizados en el SENA, investigaciones en libros y preguntas.

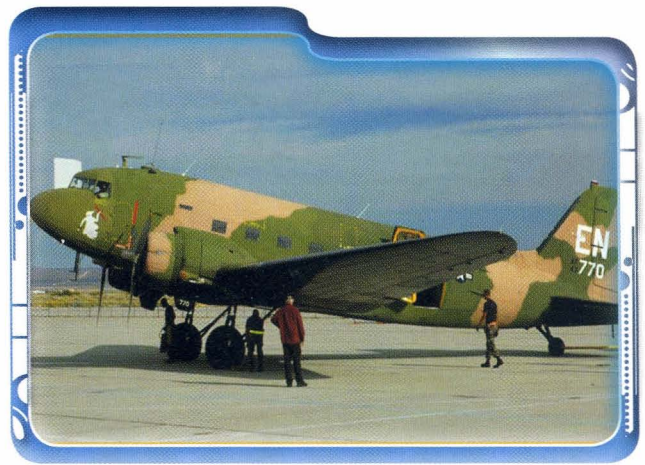
Aunque no fue imposible la realización de este proyecto es de admitir que se tuvieron ciertas dificultades en el desarrollo del mismo como lo fueron los conocimientos en microcontroladores y el sistema de combustible del AC 47T Fantasma principalmente.

Cordialmente el grupo de investigación desea agradecer a todas aquellas personas que con su buena voluntad colaboraron al desarrollo del proyecto aportándonos sus conocimientos. A todos ellos mil y mil gracias.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la unidad de CAMAN se realiza el mantenimiento y reparación de los instrumentos de las aeronaves como por ejemplo el avión AC-47T, esta reparación se lleva a cabo en el taller de instrumentos, pero aquí no existe un banco que permita la reparación de los indicadores de nivel de combustible y de las probetas de combustible para el AC-47. Actualmente se cuenta con dos equipos: el capacitor MD-1, que genera la capacitancia que es la simulación del nivel de combustible de la aeronave, y el fluke 743B mide el voltaje que sale del indicador de nivel de combustible, por lo tanto al efectuar este proceso se puede crear errores en las mediciones y genera pérdida de tiempo importante para el alistamiento de la aeronave.

En consecuencia la mala calibración podría ocasionar grandes fallas en cuanto la autonomía de vuelo, ya que le daría al piloto una información errónea de la cantidad de combustible que tiene la aeronave, por esta razón se pondrán en peligro la realización de las operaciones aéreas, ya que no se contaría con una medida verdadera del nivel de combustible.



La no realización de este banco generaría un retardo en las operaciones aéreas, mayor tiempo de permanencia de la aeronave en tierra, ya que la reparación de estos indicadores y de las probetas de combustible podría durar meses generando riesgo en la seguridad nacional.

Además de no llevarse un mantenimiento preventivo de estos indicadores y de las probetas, colocando en peligro a una tripulación en el aire, ya que la indicación será errónea afectando así a las operaciones realizadas por la fuerza.

## JUSTIFICACION

La Fuerza Aérea Colombiana en el cumplimiento de su misión requiere nuevas tecnologías enfocadas hacia el desarrollo tecnológico aeronáutico, contando con el mejor talento humano capaz de lograr la mayor efectividad en las operaciones aéreas tanto en la guerra interna como en una posible guerra internacional a corto, mediano o largo plazo.

Por lo tanto, el proyecto en mención permitirá que desde el laboratorio de instrumentos en la unidad de CAMAN se puedan realizar las pruebas que se requieran obteniendo los mismos resultados que en la aeronave, logrando así ahorro de tiempo al técnico en su trabajo, al no tener que salir del taller para realizar tales pruebas.

El estudio de investigación es fundamental y permitirá la creación de un banco que haga



una interfaz entre un generador de capacidad y un instrumento de calibración, para medir cierta cantidad de combustible.

Por otro lado, si se tiene en cuenta el impacto del proyecto sobre el medio aeronáutico, se puede ver que es satisfactorio, pues antes, si fallaba el indicador de nivel de combustible o las probetas de combustible del equipo AC-47T, la reparación podría durar meses además ocasionar que la aeronave no salga a vuelo y permanezca en tierra limitando así las operaciones aéreas.

Con este banco se busca que la reparación no tarde todo el tiempo que se está gastando hoy en día, logrando que estas mismas sean en el taller de instrumentos, sin tener que llevarlos al exterior para su reparación disminuyendo su costo.

Es así como este proyecto nace por la necesidad de darle una herramienta al técnico que le permita la reparación y mantenimiento de los indicadores de combustible y de las probetas. Brindándole un material apto para su trabajo, ayudándole a conocer la posible falla de los indicadores sin necesidad de probarlos en el avión.

La necesidad es suplida cuando surge una respuesta a ella, ahora está la solución para una necesidad y espera que se desarrolle de la mejor manera.

## OBJETIVO GENERAL.

Diseñar e implementar un banco de prueba análogo y digital, que permita reparar el indicador de nivel de combustible y las probetas de combustible del AC47T, en la unidad de CAMAN, en el taller de instrumentos.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Recibir capacitación y entrenamiento en calibración de los indicadores y probetas

de combustible análogo digital en el taller de instrumentos.

2. Evaluar y determinar el funcionamiento de los indicadores y las probetas.
3. Diseñar y evaluar el banco de indicadores y probetas de combustible en sistema proteus.
4. Implementar, evaluar ajustes del banco de prueba análogo y digital para el sistema de medida de combustible del AC-47T.
5. Elaborar los manuales técnicos y de operación del tester adaptador del sistema de combustible del AC-47T.
6. Elaborar el informe final del proyecto para su entrega.
7. Elaborar el manual de operación, manual de funcionamiento, seguridad industrial y partes.

## MARCO TEÓRICO

### Sistemas digitales y analógicos

La rápida evolución experimentada por la tecnología electrónica permite diseñar y construir sistemas para procesamiento y tratamiento de información de bajo costo, reducido volumen, gran capacidad de almacenamiento y unas altas prestaciones. Esto hace que los sistemas electrónicos aparezcan cada vez más y en un mayor número de áreas; desde productos de uso doméstico hasta en complejos procesos de producción industrial.

Los sistemas electrónicos pueden clasificarse en dos grandes grupos: analógicos y digitales, en función de las señales que manipulan; es decir, de los valores que pueden tomar las diferentes variables que intervienen en el sistema.

### Sistemas analógicos

Los sistemas analógicos van a trabajar con señales, estas señales pueden ser flotantes o señal simple, cuya magnitud toma valores continuos, tales como temperatura, altura, sonido. En los sistemas analógicos los dispositivos electrónicos que los constituyen trabajan en zona lineal.





## Sistemas digitales

Los sistemas digitales son sistemas para procesamiento, tratamiento o transmisión de la información, en el que dicha información esta limitada a tomar valores en un conjunto discreto. Estas señales, cuya magnitud solo puede tomar un valor de entre un conjunto discreto de valores son las señales digitales. A diferencia de los sistemas analógicos, en los digitales los dispositivos que los constituyen van a funcionar como interruptores.

### Amplificadores operacionales<sup>1</sup>

Un amplificador operacional (A.O., habitualmente llamado op-amp) es un circuito electrónico (normalmente se presenta como circuito integrado) que tiene dos entradas y una salida. La salida es la diferencia de las dos entradas multiplicada por un factor (G) (ganancia):

$V_{out} = G \cdot (V_+ - V_-)$ . Originalmente los A.O. se empleaban para operaciones matemáticas (suma, resta, multiplicación, división, integración, derivación, etc) en calculadoras analógicas. De ahí su nombre. Además de llevar a cabo funciones complejas.

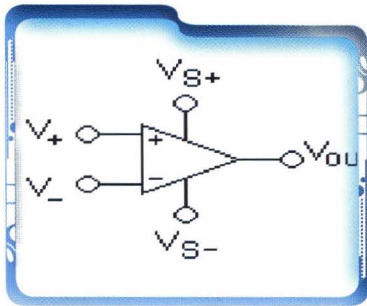


FIGURA N° 1 El símbolo de un A.O.

Los terminales son:

- V+: entrada no inversora
- V-: entrada inversora
- VOUT: salida
- VS+: alimentación positiva
- VS-: alimentación negativa

### Seguidor de voltaje.

En este circuito, la resistencia de entrada se ha incrementado hasta infinito, y RF es cero, y la realimentación es del 100%. Vout es en-

tonces exactamente igual a Vin, dado que es igual a cero. El circuito se conoce como “seguidor de emisor” puesto que la salida es una réplica en fase de entrada de la tensión. La impedancia de entrada de esta etapa es también infinita.

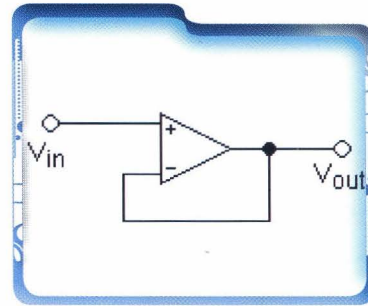


FIGURA N° 2 Símbolo del seguidor de voltaje

## EL MICROCONTROLADOR<sup>2</sup>

Un microcontrolador es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes o secuencias que están programadas en su memoria. Está compuesta de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica dentro del ordenamiento del mismo y a su vez permite obtener configuraciones diferentes. Esto se puede diferenciar según el tamaño y cantidad de sus elementos básicos y características especiales. Estas son algunas de las partes básicas de los microcontroladores.

- Memoria ROM (Memoria de solo lectura)
- Memoria RAM (Memoria de acceso aleatorio)
- Líneas de entrada/salida (O/I). También llamados puertos, se utilizan para conectar los elementos exteriores al microcontrolador.
- Lógica de control. Coordinar la interacción entre los demás bloques.

El campo aeronáutico día tras día requiere nuevas tecnologías para desarrollar e implementar dispositivos que hagan más eficiente el medio aeronáutico, optimizando el tiempo. Con el desarrollo en este campo, la Fuerza Aérea se preocupa por la implementación de procedimientos a través de bancos de prue-

<sup>1</sup>www.wikipedia.com

<sup>2</sup>Curso básico de microcontroladores CEKIT



bas, los cuales ayudan a suplir las necesidades diarias en el trabajo aeronáutico.

En la aviación no se exige a los cambios tecnológicos que conllevan a nuevos procesos y métodos utilizados, por todos estos avances tecnológicos, ha permitido el perfeccionamiento y tecnificación de los equipos aeronáuticos, convirtiéndolo en uno de los medios más seguros y utilizados en el campo militar y comercialmente.

Debido a los avances tecnológicos en la aviación, requiere un alistamiento, conllevando a recurrir a nuevas alternativas para hacer cada vez más eficiente el desarrollo de las operaciones aérea, para el cumplimiento de la misión institucional.

### Convertor analógico- digital

Convertidor analógico digital o ADC, acrónimo de Analogue to Digital Converter, circuito electrónico que convierte una señal analógica en digital. Se utiliza en equipos electrónicos como ordenadores o computadoras, grabadores digitales de sonido y de vídeo, y equipos de comunicaciones. La señal analógica, que varía de forma continua en el tiempo, se conecta a la entrada del dispositivo y se somete a un muestreo (cuantificación discreta, o asignación de un valor numérico a una determinada intensidad de la señal) a una velocidad fija, obteniéndose así una señal digital a la salida del mismo. Esta señal se puede volver a convertir en analógica mediante un convertidor digital analógico.

### Oscilador del PIC

Los PIC de rango medio permiten hasta 8 diferentes modos para el oscilador. El usuario puede seleccionar alguno de estos 8 modos programando 3 bits de configuración del dispositivo denominados: FOSC2, FOSC1 y FOSC0. En algunos de estos modos el usuario puede indicar que se genere o no una salida del oscilador (CLKOUT) a través de un pin de Entrada/Salida. Los modos de operación se muestran en la siguiente lista:

- LP Baja frecuencia (y bajo consumo de potencia).
- XT Cristal / Resonador cerámico externos, (Media frecuencia)
- HS Alta velocidad (y alta potencia) Cristal/ resonador
- RC Resistencia / capacitor externos (mismo que EXTRC con CLKOUT)
- EXTRC Resistencia / capacitor externos
- EXTRC Resistencia / Capacitor externos con CLCKOUT
- INTRC Resistencia / Capacitor internos para 4 MHz
- INTRC Resistencia / Capacitor internos para 4 MHz con CLKOUT

Los tres modos LP, XT y HS usan un cristal o resonador externo, la diferencia sin embargo es la ganancia de los drivers internos, lo cual se ve reflejado en el rango de frecuencia admitido y la potencia consumida. En la siguiente tabla se muestran los rangos de frecuencia así como los capacitores recomendados para un oscilador en base a cristal.

### Microcontroladores Microchip 16F87X

El principal motivo para utilizar esta serie de microcontroladores es la abundante información y herramientas de diseño existente en el mercado (tanto local como internacional), además de permitirnos trabajar con señales análogas y digitales. También salta a la vista el hecho que es sencillo en el manejo y contiene un buen promedio elevado en los parámetros (velocidad, consumo, tamaño, alimentación).

Las principales características con que cuenta el 16F87X son:

- Procesador de arquitectura RISC avanzada
- Juego de 35 instrucciones con 14 bits de longitud. Todas ellas se ejecutan en un ciclo de instrucción menos las de salto que tardan 2.
- Frecuencia de 20 Mhz
- Hasta 8K palabras de 14 bits para la memoria de código, tipo flash.





- Hasta 368 bytes de memoria de datos RAM.
- Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM.
- Hasta 14 fuentes de interrupción internas y externas.
- Pila con 8 niveles.
- Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo.
- Perro guardián (WDT).
- Código de protección programable.
- Modo Sleep de bajo consumo.
- Programación serie en circuito con 2 patitas.
- Voltaje de alimentación comprendido entre 2 y 5.5 voltios.
- Bajo consumo (menos de 2 mA a 5 V y 5 Mhz).

## DISEÑO METODOLÓGICO

La forma de esta investigación es aplicada, ya que se parte de la teoría para realizar el proyecto físico, solucionando directamente la falencia en el proceso que se lleva actualmente; los indicadores del nivel de combustible de la aeronave AC -47.

Además, el tipo de investigación es tecnológica- experimental, por que se requiere comprobar el funcionamiento del banco, de acuerdo con los diagramas y el diseño apropiado para la fabricación del mismo.

Método exploratorio que ayudó en la observación en CAMAN, para identificar la falencia y en si los medios e ideas para la solución a este problema, así como la incorporación de un método técnico. La fuente primaria en la recolección de datos fue obtenida en las entrevistas sostenidas con los técnicos, inspectores, del taller de instrumentos de CAMAN, en los cuales se procedió de la siguiente manera e igualmente se concluyo como a continuación se describe:

### ENTREVISTA

Para la valoración de la aplicación del banco en el taller de instrumentos de CAMAN, esta entrevista tuvo como finalidad observar

el punto de vista del personal que a diario labora en el taller de instrumentos, obteniendo una respuesta eficiente y clara a la necesidad de implementar un banco, con el fin de detallar su aplicabilidad y nivel de eficiencia que ofrece a los operarios.

1. ¿Qué inconvenientes se presentaban en el momento de la reparación de los indicadores?
2. ¿Cree usted que con la construcción del banco se podrán agilizar y mejorar los procesos de mantenimiento y reparación?
3. ¿Con la implementación de este banco se aportará al beneficio económico de la institución?
4. ¿Qué opina acerca del diseño del banco?
5. ¿Era necesario la construcción de este banco para el taller de instrumentos?

### Resultados de la entrevista:

De los resultados obtenidos en la entrevista se ha concluido:

1. El inconveniente principal es que no había un banco que se permitiera hacer la reparación de los indicadores y las probetas de combustible en el taller de instrumentos de CAMAN, por esta razón debían ser reparados en el exterior.

2. Con este banco se podrá realizar un mantenimiento preventivo logrando así que se lleve un efectivo control sobre los indicadores y las probetas de combustible, corrigiendo fallas a tiempo, para que el funcionamiento de estos, sea en óptimas condiciones para la realización de las operaciones aéreas, de igual forma permitirá a los operarios realizar la reparación de los indicadores y las probetas de combustible en el taller, logrando así que la reparación sea en el menor tiempo posible.

3. Con la implementación de este banco se disminuye el costo de la reparación, porque esta se realizará en la unidad de CAMAN evitando así que los indicadores y las probe-



tas de combustible sean enviados al exterior, o usando terceros, ahorrándole a la institución un gran costo de reparación y tiempo.

4. El banco está diseñado de tal forma que permita al operario hacer un uso adecuado, que sea entendible y fácil de trabajar para la persona que lo utilice. Además de contar con una debida marcación la cual permitirá hacer las conexiones de forma adecuada que es muy importante para la reparación de los indicadores y las probetas de combustible. Este banco cuenta con el manual técnico, que permitirá realizar las reparaciones de este en caso de alguna falla, dicho manual mostrara el diagrama logrando así que el técnico encuentre las posibles fallas de forma rápida y eficaz. También cuenta con el manual del usuario que permitirá que la persona que lo vaya usar lo haga de forma correcta, siendo de gran ayuda a la hora de la reparación de los indicadores.

5. El banco es necesario ya que brinda una herramienta al técnico, permitiendo mayor efectividad a la hora de realizar el trabajo, contribuyendo así con un alistamiento de las aeronaves alto.

Además que permitirá que las reparaciones y mantenimiento sea en el mismo taller, logrando más concentración en dicha tarea.

## ESTUDIO TÉCNICO

### Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la implementación de una banco de prueba de los indicadores y las probetas del nivel de combustible del AC 47T "Fantasma", el cual se utiliza para encontrar fallas para poder ser reparadas, y de igual forma poder hacer un mantenimiento preventivo de su funcionamiento según las órdenes técnicas de su fabricante.

### Características del banco de prueba

- La estructura física del banco está compuesta por tres paredes de aluminio y cuatro

de poliestileno, midiendo su panel frontal 30 cm x 25 cm.

- El banco es alimentado por 28 voltios DC.
- El microcontrolador es alimentado por 5 voltios que le proporciona una fuente.
- Posee un LCD alimentado por 5 voltios y representa la indicación en libras de combustible.
- Tiene una entrada de señal por medio de un FLUKE y otra por medio de las probetas, las cuales reciben una señal de un generador de capacitancia para su funcionamiento.
- Necesita de una configuración especial dependiendo de que probeta o transmisor se utilice.



FIGURA N° 3 Banco

## FUNCIONAMIENTO DEL BANCO

El banco funciona en dos modos: en modo transmisor y modo indicador.

### Modo transmisor

En el modo transmisor se debe verificar que el bombillo TX ON esté encendido, además se debe tener en cuenta qué probeta se conectó, pues no todas operan con el mismo indicador, ya que un solo indicador se hace aplicable para la probeta MAIN TANK y AUX TANK, y otro indicador independiente para WING TANK. Una vez se haya efectuado el procedimiento anterior debemos ubicar el switch conmutador de tres posiciones y de



acuerdo a la probeta seleccionada colocamos el switch en la posición correspondiente, ahora pues cabe resaltar que al trabajar con la probeta de WING TANK además de seleccionarla en el switch de 3 posiciones se debe referenciar si es el WING LEFT (plano izquierda) o WING RIGHT (plano derecha) del switch correspondiente a dicha función, seguidamente conectamos el tipo de indicador con el cual se decidió trabajar de acuerdo a la probeta conectada y se procede a generar capacitancia a la probeta con el década capacitiva MD1, por otro lado si se desea obtener la información visualizada en mv, se puede hacer mediante un Fluke que se conecta a las terminales OUTPUT y se comparará este los resultados con la tabla N-3.

**Modo indicador**

En este modo se verifica que el bombillo IND ON esté encendido, debemos generarle voltaje al banco mediante el Fluke, en el terminal INPUT, y verificar mediante el manejo de la tabla N-3 qué resultado corresponde correctamente en el indicador de combustible y teniendo en cuenta que indicador se está probando, para seleccionarlo en los switch determinado, si se trata del indicador main/aux o wing left/right

Adicional a lo anterior se cuenta con una visualización en LCD del nivel de combustible y así pues si se desea ver la información visualizada en el display LCD colocamos los switch como si estuviéramos trabajando en transmisor y colocando el switch del display en ON seguidamente seleccionamos el switch selector del tanque con el cual estamos trabajando.

Así mismo al trabajar en cualquiera de los dos modos se deben tener en cuenta las siguientes tablas comparativas que representan la indicación en libras del nivel de combustible de acuerdo a un voltaje o capacitancia, estas tablas son:

**TABLA N° 1**  
Milivoltaje que debe tener los indicadores

PRUEBAS: USE FLUKE 742B,  
FUNCION SOURCE, Mv

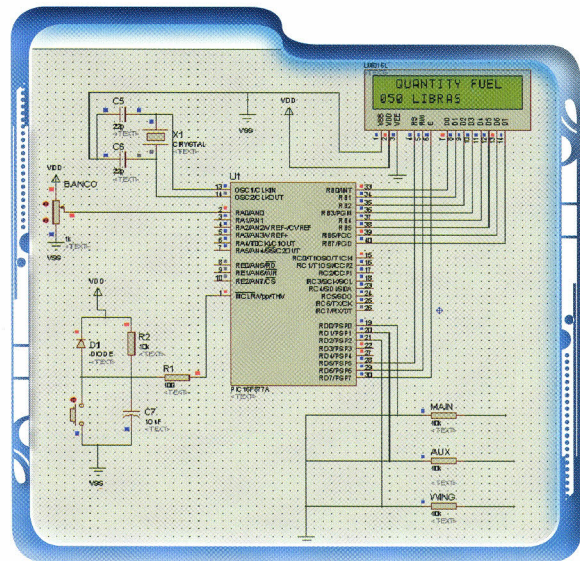
IND. MAIN	Mv	IND. AUX	Mv
0	100	0	90+-5
200	270+-5	200	260+-5
400	420+-5	400	385+-5
600	500+-5	600	520+-5
800	710+-5	800	670+-5
1000	835+-5	1000	810+-5
1200	950+-5	1200	915+-5
1400	1100+-5	1400	1060+-5

**TABLA N° 2**  
Relación de voltaje Vs libras de combustible

FUEL QUANTITY TX MAIN

CAP. Pf	Mv	IND
100	100	0
140	270+-5	200
160	420+-5	400
175	500+-5	600
210	710+-5	800
230	835+-5	1000
260	950+-5	1200
290	1100+-5	1400

Al comprobar el dato que indica el banco en el instrumento o LCD este debe estar dentro del rango que nos muestra la tabla, para verificar que estén en buen estado los elementos.



**FIGURA N° 4**  
Diseño en proteus de la parte digital del banco

**Diseño esquemático**

El anterior dibujo es la representación esquemática del circuito usado para la configuración del LCD con respecto al microcontrolador.



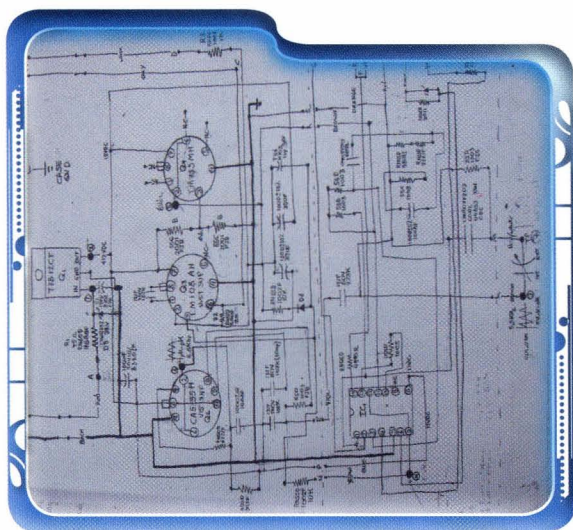


FIGURA N° 5 Diagrama del transmisor

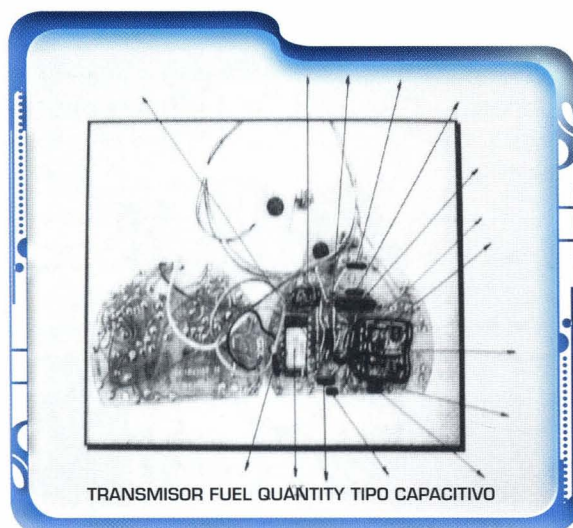


FIGURA N°6 Circuito transmisor

### COSTO BENEFICIO

Los beneficios que se obtendrán con el banco directamente benefician a la institución en su presupuesto y tiempo empleado en la reparación de los indicadores y las probetas de combustible de la aeronave AC - 47, logrando así disminuir el tiempo en tierra de las aeronaves y optimizar su alistamiento para el cumplimiento de la misión institucional. Ya que se cuenta con el personal técnico capacitado y un nuevo prototipo tecnológico que permite eficiencia y efectividad en los procesos.

### CONCLUSIONES

Gracias a este proyecto se logró optimizar el proceso para la reparación y verificación tanto de los transmisores como de los indicado-

res del nivel de combustible del AC 47T Fantasma cumpliendo una función importante para la misión y visión de la fuerza.

El banco fue diseñado como una herramienta de trabajo que ofrece seguridad y beneficios al operario, reduciendo el tiempo de trabajo y aumentando la operatividad de la aeronave.

El taller de electrónica del Comando Aéreo de Mantenimiento CAMAN será dotado con el banco el cual ha sido elaborado mediante estudios técnicos, con materiales de la mejor calidad, bajo la supervisión de asesores y especialistas en diseño y construcción de herramientas especiales; por ende, el banco para probetas e indicadores de combustible del AC 47T es el resultado del trabajo realizado durante varios meses el cual se verá reflejado en el momento en que se desarrolle el trabajo de reparación de los mismos.

No obstante, se debe tener en cuenta que durante la realización del proyecto se aplicaron todo lo relacionado con la electrónica aeronáutica desarrollada en la escuela.

### RECOMENDACIONES

- Capacitación del personal operario para que no se presenten fallas por la mala manipulación del banco.
- Es necesario revisar constantemente las conexiones entre los cables que transmiten la señal.
- En caso de mantenimiento del banco asegurarse de utilizar el manual.
- Realizar el mantenimiento del banco cada seis meses.

### BIBLIOGRAFÍA

BLANCO V.C.2005. Fundamentos de Electrónica Digital. Cengage learning Editores, España.

CEKIT,1990. Curso básico de microcontroladores.

GIL, S.L.2001. Introducción a la Electrónica Digital. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Data sheet PIC 16F87XA.

USCATEGUI, J.M.2001. Electrónica Digital Moderna. ED.Thompson Paraninfo.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, 2007

Normas colombianas para la presentación de trabajos de investigación. ESCUELA DE SUBOFICIALES CAPITÁN ANDRÉS M. DIAZ. 2005. Reglamento académico 3 ED.Madrid, Cundinamarca.

WWW. FAC. mil. co, características técnicas del AC 47T Fantasma.