

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE AVIÓNICA

**“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA
PARA LA VERIFICACIÓN OPERACIONAL Y
CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN
VHF, BENDIX KING KY 196A PARA LOS EQUIPOS
DE LOS HELICÓPTEROS TH 57A DE LA AVIACIÓN
NAVAL”**

POR:

CBOS. ET-AV MORENO CASTRO MARIO FERNANDO

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

TECNÓLOGO EN AVIÓNICA

2006

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. CBOS. ET-AV MORENO CASTRO MARIO FERNANDO, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN AVIÓNICA.

CPTN. ING. ALFONSO TROYA

DIRECTOR DE PROYECTO DE GRADO

Latacunga, 11 de Abril del 2006.

DEDICATORIA

El contenido de este trabajo esta dedicado principalmente a Dios que a través de su voluntad me ha brindado la oportunidad de superar una fase más en mi vida estudiantil.

Hago mención especial al ser sublime que me ha sabido comprender y apoyar a lo largo de esta etapa, ya que ha pesar de la distancia siempre ha tenido la fortaleza y sabiduría necesaria para cuidar de lo más valioso que Dios nos ha dado: Nuestro hijo. Ellos son la fuerza y razón de mí existir.

A Carmen y Mesias, mis amados padres de los que siempre he recibido el apoyo sincero e incondicional que me ha permitido salir adelante en esta etapa de mi vida.

Y a todos los que directa e indirectamente supieron transmitir sus palabras de confianza, motivación y conocimiento para colaborar en la realización de este trabajo.

CBOS-ET AV. MORENO CASTRO MARIO

AGRADECIMIENTO

Mi eterna gratitud a Dios, nuestro padre todopoderoso, que me ha dado la oportunidad de escalar un importante peldaño que se constituye en una base elemental para alcanzar logros mayores dentro de mi vida profesional.

A la Armada del Ecuador que a través de la Escuela de Aviación Naval ha dispuesto que realice mis estudios superiores en la especialidad de Aviónica, permitiendo prepararme técnica e intelectualmente y así poder contribuir de manera significativa al engrandecimiento de la noble institución a la cual me enorgullece pertenecer.

La Fuerza Aérea Ecuatoriana merece ser resaltada en estas líneas, ya que por medio de su Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, me brindó la oportunidad de alcanzar uno de los objetivos más significativos para mi futuro profesional.

CBOS-ET AV. MORENO CASTRO MARIO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de Contenidos.....	V
Listado de Tablas.....	XI
Listado de Figuras.....	XIII
Listado de Anexos.....	XVII
Resumen.....	1
Planteamiento del Problema.....	2
Justificación.....	2
Alcance.....	3
Objetivos.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1	6
Introducción.....	
1.2 La	7
radio.....	
1.2.1 Descubrimiento de las ondas	7
electromagnéticas.....	

1.2.2 Invención de la radio.....	7
1.3 Conceptos básicos.....	9
1.3.1 Frecuencia.....	9
1.3.2 Período.....	10
1.3.3 Amplitud.....	10
1.3.4 Longitud de onda.....	11
1.3.5 Ancho de banda.....	11
1.3.6 Radiofrecuencia (RF).....	12
1.3.7 Audiofrecuencia (AF).....	12
1.3.8 Decibelio (dB).....	12
1.3.9 Modulación.....	13
1.3.9.1 Modulación de amplitud (AM).....	14
1.3.9.1.1 Modulación en banda lateral única	15

(SSB).....	
1.3.9.2 Modulación de frecuencia	17
(FM).....	
1.3.10	18
Multiplexación.....	
1.3.11 Espectro	19
electromagnético.....	
1.4 Propagación de las ondas electromagnéticas en	21
VHF.....	
1.5 Usos de las ondas en	23
VHF.....	
1.6 Componentes del sistema VHF KY	23
196A.....	
1.6.1 Transceptor KY	24
196A.....	
1.6.2 Antena del transceptor KY	24
196A.....	
1.7 Descripción de componentes del sistema VHF KY	25
196A.....	
1.7.1 Equipo transceptor KY	25
196A.....	
1.7.1.1	26
Receptor.....	
1.7.1.2	28
Transmisor.....	

1.7.1.3 Sección de control.....	31
1.7.1.4 Fuente de poder.....	33
1.7.2 Antena.....	33
1.7.3 Características físicas del equipo KY 196A.....	33
1.7.4 Características técnicas del equipo KY 196A.....	34
1.7.5 Procedimiento operacional del equipo KY 196A.....	34

CAPÍTULO II: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

2.1 Identificación de alternativas.....	37
2.2 Análisis de factibilidad.....	38
2.2.1 Primera alternativa.....	38
2.2.1.1 Ventajas.....	38
2.2.1.2 Desventajas.....	39
2.2.2 Segunda	39

alternativa.....	
2.2.2.1	39
Ventajas.....	
2.2.2.2	40
Desventajas.....	
2.3 Parámetros de	40
evaluación.....	
2.3.1 Aspecto	41
técnico.....	
2.3.2 Aspecto	43
económico.....	
2.3.3 Aspecto	43
complementario.....	
2.4 Selección de la mejor	46
alternativa.....	

CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBA

3.1 Requerimientos	47
técnicos.....	
3.2 Material eléctrico utilizado en la construcción del banco de	47
prueba.....	
3.2.1 Descripción de	47
materiales.....	
3.3 Construcción del banco de	56
prueba.....	

3.3.1	Diseño de la estructura.....	56
3.3.2	Diseño del panel frontal.....	56
3.3.3	Diagrama en bloques del banco de prueba.....	57
3.3.4	Selección y corte de lámina para la estructura.....	57
3.3.5	Trazado, cortes y agujeros en el panel frontal.....	58
3.3.6	Pintado de la estructura.....	59
3.3.7	Armado de la estructura.....	59
3.3.8	Instalación de los elementos en el panel frontal.....	60
3.3.9	Rotulación del panel frontal.....	60
3.3.10	Construcción del arnés.....	61
3.3.11	Prueba de operatividad del banco.....	62

CAPÍTULO IV: ELABORACIÓN DE MANUALES

4.1	Manual de procedimientos para la utilización del banco de	64
-----	-----------------------------------------------------------	----

prueba.....	
4.1.1 Condiciones para el uso del banco de prueba.....	<u>64</u>
4.1.2 Energizado del banco de prueba.....	66
4.1.3 Función de los componentes del banco de prueba.....	67
4.1.3.1 Voltímetro.....	67
4.1.3.2 Amperímetro.....	67
4.1.3.3 Jacks de alimentación.....	68
4.1.3.4 Fusible.....	69
4.1.3.5 Interruptor de encendido.....	69
4.1.3.6 Pulsador de transmisión (PTT).....	70
4.1.3.7 Lámpara piloto de 27.5 VDC.....	70
4.1.3.8 Lámpara piloto de TX.....	71
4.1.3.9 Salida de audio.....	71

4.1.3.10 Entrada de micrófono	72
(MIC).....	
4.1.3.11	72
Parlante.....	
4.1.3.12 Jack	73
R/14.....	
4.1.3.13 Jack	73
P.....	
4.1.3.14 Jack	74
13.....	
4.1.3.15 Jack	74
N/12.....	
4.1.3.16 Jack	75
10.....	
4.1.3.17 Jack	75
K.....	
4.1.3.18 Jack MIC	76
(J).....	
4.1.3.19 Jack PTT	76
(9).....	
4.1.3.20 Conector del banco de	77
prueba.....	
4.1.3.21 Conector del equipo KY	77
196A.....	
4.2 Manual para la verificación operacional del transceptor KY	78

196A.....	
4.2.1 Función de los controles del transceptor.....	78
4.2.2 Parámetros en las etapas del transceptor.....	80
4.2.3 Equipos de prueba necesarios.....	81
4.2.4 Descripción general para señales de prueba.....	88
4.2.5 Procedimientos para comprobación de parámetros.....	89
4.2.5.1 Receptor.....	90
4.2.5.2 Transmisor.....	94
4.3 Manual para la calibración del transceptor KY 196A.....	97
4.3.1 Procedimiento de alineación.....	98
4.3.1.1 Ajuste inicial de los controles.....	98
4.3.1.2 Prueba del regulador de voltaje.....	98
4.3.1.3 Ajuste del VCO.....	99

4.3.1.4	99
Transmisor.....	
4.3.1.5	100
Receptor.....	

CAPÍTULO V: ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Análisis	101
económico.....	
5.1.1 Material eléctrico y electrónico del banco de prueba.....	102
5.1.2 Materiales para la estructura del banco de prueba.....	103
5.1.3 Material de oficina.....	103
5.2 Valor total de construcción del banco de prueba.....	104

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.....	105
6.2 Recomendaciones.....	106
Bibliografía.....	108
Glosario de Términos.....	109
Anexos.....	111

RESUMEN

Con los conocimientos adquiridos en el ITSA en la carrera de Aviónica y bajo los parámetros del Manual de Mantenimiento del sistema de comunicación VHF KY 196A BENDIX KING, este banco de prueba ha sido construido con la intención principal de que nuestros técnicos dispongan de una herramienta que permita realizar un correcto chequeo operacional, calibración y reparación del sistema de comunicación sin la pérdida prolongada de tiempo y elevado costo que implica enviarlo a las casas fabricantes en el extranjero, además de reforzar el equipamiento, ya que no existe aún este banco de prueba, en la División de Electrónica de la Aviación Naval de Guayaquil.

Dos fueron las alternativas principales que se presentaron para la construcción de este banco de prueba y el factor determinante que incidió en la elección del banco fue el económico, sin dejar de lado su eficiente operación ya que su empleo justifica satisfactoriamente la inversión realizada en el mismo. El banco de prueba está ensamblado en una caja de aluminio y un sistema de interfase de conexión eléctrica, con montajes de elementos activos y pasivos para controlar los parámetros propios del banco y del sistema de comunicación VHF.

Con el fin de brindar una fácil operación del banco de prueba se realizaron considerables investigaciones y consultas en varios manuales de mantenimiento, logrando así elaborar: diagramas en bloque y esquemáticos, manual de operación del banco, manuales de verificación operacional y

calibración del equipo transceptor y una explicación detallada del proceso de construcción.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La Aviación Naval de Guayaquil, reparto operativo de la Armada del Ecuador cuenta con diferentes tipos de aeronaves para la exploración aeromarítima, las mismas que demandan un alto grado de preparación y entrenamiento constante del personal de técnicos en todos sus sistemas, en vista de esto surge la necesidad de implementar bancos de prueba que sirven para la verificación operacional, calibración y reparación de los diferentes equipos e instrumentos de aviación, que la División de Electrónica aún no dispone.

Uno de los bancos de prueba necesarios ante las diferentes discrepancias que presentan los equipos de comunicación, vitales para una navegación segura, es el banco de prueba para el sistema de comunicación VHF KY 196A, BENDIX KING el cual no se dispone en los talleres de la Aviación Naval de Guayaquil.

JUSTIFICACIÓN.

La situación económica del Estado limita el presupuesto de todas sus instituciones, la Aviación Naval no es la excepción, al construir este banco de prueba para la División de Electrónica estamos eliminando los problemas del

elevado costo económico y prolongado tiempo que implica solucionar discrepancias mayores del equipo en centros de mantenimiento particulares del país como del exterior.

La construcción de este banco de prueba constituye una herramienta primordial para el chequeo operacional, calibración y reparación del sistema de comunicación VHF KY 196A, BENDIX KING, avalando la eficiente operación del sistema para garantizar la aeronavegabilidad y mantener en todo momento la seguridad aérea.

ALCANCE.

La construcción de este proyecto incrementará el equipamiento de la División de Electrónica de la Aviación Naval de Guayaquil y permitirá el mantenimiento, calibración y reparación de los equipos de comunicación VHF KY 196A, BENDIX KING.

En vista que se trata de un sistema de comunicaciones exigido por los diferentes entes reguladores de Aviación en todo el mundo, se puede realizar ciertas modificaciones en el mismo para poderlo adaptar a similares equipos de comunicación VHF de otras casas fabricantes.

A más del empleo técnico que tendrá este banco de prueba, también estará disponible para la instrucción y aprendizaje del personal que labora en

esta división, logrando adquirir de una manera sencilla experiencia y destreza en este tipo de sistema.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL:

- Construir un banco de prueba para la verificación operacional y calibración del sistema de comunicación VHF KY 196A, BENDIX KING para los equipos de los helicópteros TH57A de la Aviación Naval de Guayaquil.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Establecer la importancia que tiene la construcción de este banco de prueba.
- Desarrollar un breve recuento de los inicios de las comunicaciones por medio de las ondas electromagnéticas y analizar algunos conceptos básicos.
- Obtener información sobre el sistema de comunicaciones de VHF del Helicóptero TH-57A, en manuales, libros y páginas electrónicas.
- Realizar una completa descripción del transceptor KY 196A.

- Determinar los requerimientos técnicos del equipo.
- Seleccionar la alternativa adecuada para la construcción del banco de prueba.
- Disponer de las herramientas adecuadas para la construcción del banco de prueba.
- Contar con la disponibilidad de los equipos necesarios para en complemento con el banco de prueba, realizar una excelente operación en la verificación operacional y calibración del transceptor KY 196A.
- Construir el banco de prueba con los parámetros específicos, en base al manual de mantenimiento del equipo.
- Verificar el correcto funcionamiento del banco de prueba, y corregir las posibles fallas que pueden presentarse.
- Elaborar el manual de operación del banco de prueba.
- Elaborar los manuales de verificación operacional y calibración del transceptor KY 196A.
- Determinar las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN.

Debido a que nunca serán suficientes los esfuerzos que realice nuestro país hacia su desarrollo tecnológico y científico, es importante incentivar a personas e instituciones a que desarrollen y fomenten la ciencia y la tecnología, en vista de esta realidad la determinación de construir este proyecto tiene también la intención de dar un paso más en el campo tecnológico y demostrar que para ello no es necesario estar rodeado siempre de los últimos avances y costosísimos equipos, sin dejar de reconocer que a veces son necesarios.

La importancia que tiene un banco de prueba en la verificación operacional y calibración de equipos para el cual están diseñados, exige una considerable investigación tanto de la teoría de operación como de los elementos que lo conforman, para tener un alto grado de confiabilidad cuando sea utilizado. Así, se emprende la construcción de este proyecto, diseñado en una portátil caja de aluminio desde donde se puede comprobar con la ayuda de equipos complementarios varios parámetros propios del transceptor KY 196A, teniendo plena confianza que el objetivo principal trazado al inicio de este

proyecto se cumplirá siempre y cuando se apliquen todos los pasos establecidos en los diferentes manuales elaborados.

1.2 LA RADIO.

La radio es un sistema de comunicación que posibilita la transmisión de señales mediante la modulación de ondas electromagnéticas, estas ondas pueden propagarse tanto a través del aire como del espacio vacío y no requieren un medio de transporte.

1.2.1 DESCUBRIMIENTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.¹

El físico Alemán, Heinrich Rudolph Hertz, en 1887 confirma la existencia de ondas electromagnéticas demostrando que podrían ser usadas para mover información a muy grandes distancias, por eso con sobra de merecimiento la unidad con las que son medidas las frecuencias del espectro llevan su apellido (Hertz o Hz). Su estudio se sustentó en la teoría desarrollada 23 años antes por el físico, matemático y astrónomo Escocés James Clerk Maxwell que en 1873, descubre que las ondas electromagnéticas viajan a la velocidad de la luz.

1.2.2 INVENCION DE LA RADIO.¹

A sus inicios se la denominó telegrafía sin hilos, y no se conoce con certeza la identidad del inventor original de la radio, ya que se considera que

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/>

fue en San Luis (Missouri), donde Nikola Tesla hizo la primera demostración pública de radiocomunicación en 1893, ahí describió y demostró en detalle los principios de la radiocomunicación.

Aunque generalmente se considera que fue el celebre físico Guglielmo Marconi quien, el 14 de Mayo de 1897 consiguió enviar la primera señal o impulso electromagnético a través del aire. Marconi fue galardonado por la que es reconocida como la primera patente del mundo (12039) sobre la radio. En 1899, nuevamente Marconi hace las primeras comunicaciones inalámbricas entre Inglaterra y Francia, que son aproximadamente 130 kilómetros atravesando el canal de la mancha, este relevante acontecimiento sería el predecesor de la propagación electromagnética o transmisión de radio, pero dos años después logró superar la distancia ya que en 1901 consiguió por primera vez transmitir señales de punta a punta del Atlántico.

Reginald Fessenden transmitió desde (Massachussets) la primera radiodifusión de audio de la historia, la Nochebuena de 1906, así, buques en el mar pudieron oír una radiodifusión que incluía una melodía navideña tocada en violín y la lectura de un pasaje de la Biblia, hechas por él mismo.

En Argentina, el día 27 de Agosto de 1920, desde la azotea del Teatro Coliseo la Sociedad Radio Argentina transmitió la ópera de Richard Wagner, Parsifal, lo que sería la primera transmisión radiodifundida, para entretenimiento, comenzando así con la programación de la primera emisora de radiodifusión en el mundo. Así, la radio inventada a inicios del siglo pasado, fue el primer medio masivo de comunicación inalámbrica y hasta la actualidad

ha demostrado ser la primera alternativa cuando necesitamos movilizarnos a cualquier lugar deseando estar todo el tiempo comunicado.

Comunicación es establecer algo en común entre la fuente y el destino del mensaje. En el campo militar y más aún en la aviación, las comunicaciones son vitales, por ello deben ser seguras y confiables para conseguir el éxito en las diferentes misiones, especialmente cuando se trata de salvar vidas, no hay margen para error, así como usted depende de sus compañeros para llevar a cabo el objetivo, así mismo usted depende también de su equipo de comunicaciones.

1.3 CONCEPTOS BÁSICOS.

Con el propósito de que se logre un mejor entendimiento de todo el contenido de este trabajo, en especial de la parte descriptiva de los circuitos eléctricos del transceptor, a continuación se describen algunos conceptos precisos y concretos concernientes a las ondas electromagnéticas.

1.3.1 FRECUENCIA.

En física el término frecuencia se utiliza para indicar la velocidad de repetición de cualquier fenómeno periódico y esta definido como el número de veces que se repite un fenómeno en la unidad de tiempo. Como magnitud de una onda sonora, la frecuencia se define como el número de oscilaciones por segundo, si se producen muchas oscilaciones en un segundo se habla de altas

frecuencias, si por el contrario, son pocas, se dicen que son de bajas frecuencias.

Se representa con la letra f y la unidad de medida en el Sistema Internacional (SI) es el hertzio (Hz), donde 1 Hz es un evento que tiene lugar una vez por segundo.

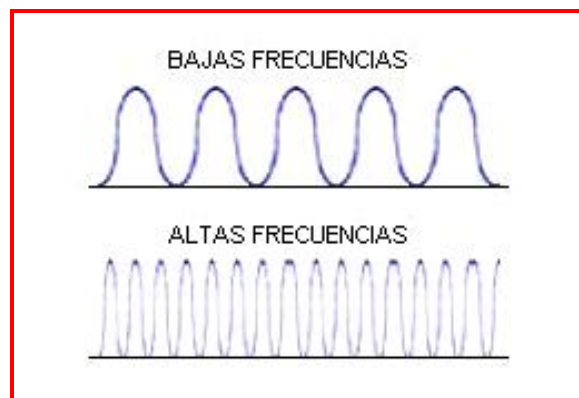


Figura 1.1 Bajas y altas frecuencias.

1.3.2 PERÍODO.

Período de una onda, es el tiempo empleado por cada partícula en una oscilación completa, en el SI se mide en segundos (s).

1.3.3 AMPLITUD.

La amplitud de una onda, es la máxima distancia que se separa cada partícula de su punto de equilibrio. En el SI se mide en metros (m).

La energía de una onda es directamente proporcional al cuadrado de su amplitud.

1.3.4 LONGITUD DE ONDA.²

La longitud de una onda armónica es el parámetro físico que indica su tamaño, entendiendo por tamaño, la distancia que recorre la onda entre el principio y el final de una onda completa (1 ciclo). La longitud de onda se define como la separación espacial existente entre dos puntos cuyo estado de movimiento es idéntico. La longitud de onda se representa con la letra griega λ (lambda). En sonido, la longitud de onda se mide en metros, como cualquier otra distancia, pudiendo usarse múltiplos y submúltiplos del metro. La relación entre la frecuencia y la longitud de onda es:

$$\lambda = c / f \quad (\text{Ecu. 1.1})$$

λ = longitud de onda; $c = 3 \times 10^8$ m / s; f = frecuencia; 1 Hz = 1 ciclo / s.

Con una frecuencia de 60 Hz, la longitud de onda de la corriente eléctrica es de 5.000 Km.

1.3.5 ANCHO DE BANDA.²

² Albert Paul Malvino (1999). Principios de Electrónica. Sexta Edición España. Mc GRAW - HILL

Para señales analógicas, el ancho de banda es la anchura, medida en hertzios, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal, también son llamadas frecuencias efectivas las pertenecientes a este rango. Cuanto mayor sea el ancho de banda, más datos podrán circular por ella al segundo. Se denomina ancho de banda digital, a la cantidad de datos que se pueden transmitir en una unidad de tiempo.

1.3.6 RADIOFRECUENCIA (RF).

El término Radiofrecuencia, o RF, se aplica a la porción del espectro electromagnético en el que se pueden generar ondas electromagnéticas aplicando corriente alterna a una antena. Dichas frecuencias, según el análisis de la banda del espectro cubren desde los 3 Hz hasta los 300 GHz.

1.3.7 AUDIOFRECUENCIA (AF).

Es la respuesta en frecuencia del oído humano, sensible únicamente a aquellas frecuencias comprendidas entre los 20 y los 20.000 Hz, ya que no todas las ondas sonoras pueden ser percibidas por el oído, debido a que es baja frecuencia, no tienen capacidad radiante. Por encima de la audiofrecuencia, estarían ultrasonidos (sonidos superiores a los 20 KHz.) y, por abajo, los infrasonidos (sonidos inferiores a los 20 Hz).

1.3.8 DECIBELIO (dB).

Unidad empleada para expresar la relación entre dos potencias, acústicas o eléctricas. El decibelio (dB), es una unidad logarítmica y es la décima parte del belio, que sería realmente la unidad, pero que no se utiliza por ser demasiado grande en la práctica.

En acústica, expresa el nivel de potencia o nivel de intensidad del sonido, en esta aplicación la escala termina hacia los 140 dB, donde se llega al umbral de dolor.

En telecomunicaciones, es quizá la unidad más utilizada por la simplificación que su naturaleza logarítmica posibilita a la hora de efectuar cálculos con valores de potencia de la señal muy pequeños. Como relación de potencias que es, la cifra en decibelios no indica nunca el valor absoluto de las dos potencias comparadas, sino la relación entre ellas. Esto permite, por ejemplo, expresar en decibelios la ganancia de un amplificador o la pérdida de un atenuador sin necesidad de referirse a la potencia de entrada que, en cada momento, se les esté aplicando.

La pérdida o ganancia de un dispositivo, expresada en decibelios viene dada por la fórmula:

$$dB = 10 \times \log \frac{P_s}{P_e} \quad (\text{Ecu. 1.2})$$

En donde P_e es la potencia de la señal en la entrada del dispositivo, y P_s la potencia a la salida del mismo. Si hay ganancia de señal (amplificación) la cifra

en decibelios será positiva, mientras que si hay pérdida (atenuación) será negativa.

1.3.9 MODULACIÓN.

Surge con la necesidad de transmitir información a gran distancia a través del espacio, el término modulación en telecomunicación, abarca el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda senoidal, proteger la información de posibles interferencias y ruidos.

La modulación, consiste básicamente en hacer que un parámetro de la onda portadora (RF), cambie de valor de acuerdo con las variaciones de la señal moduladora (AF), que es la información que se quiere transmitir.

Existen varios sistemas de modulación, que podemos dividir en 2 grupos: Los sistemas de transmisión de audio (voz): AM, FM, y los sistemas "sin voz": CW (Morse), RTTY (Radio teletipo) que sirven para transmisión de textos, imágenes, etc. A continuación la explicación de los sistemas de modulación para transmisión de audio (voz), por estar más relacionado con este tema.

1.3.9.1 MODULACIÓN DE AMPLITUD (AM).²

² Albert Paul Malvino (1999). Principios de Electrónica. Sexta Edición España. Mc GRAW - HILL

La modulación de amplitud (AM) es un tipo de modulación lineal que consiste en hacer variar la amplitud de la onda portadora de forma que esta cambie de acuerdo con las variaciones de nivel de la señal moduladora, que es la información que se va a transmitir, así, la señal de audiofrecuencia se "modula" o codifica en un señal de radiofrecuencia.

La modulación de amplitud es equivalente a la modulación en doble banda lateral con reinserción de portadora. El nivel de modulación que es la relación entre la magnitud de la señal de audio a la señal de la portadora, se llama factor de modulación.

Una de las desventajas de la modulación de amplitud es que no ofrece gran calidad de sonido y es vulnerable a las interferencias.

Sin embargo, es usado en algunos casos de comunicaciones móviles, como ocurre en buena parte de las comunicaciones entre una aeronave y la torre de control, a pesar que la posible lejanía y el movimiento de la aeronave puede dar lugar a desvanecimientos de la señal pero sin provocar demasiado ruido en su recepción.

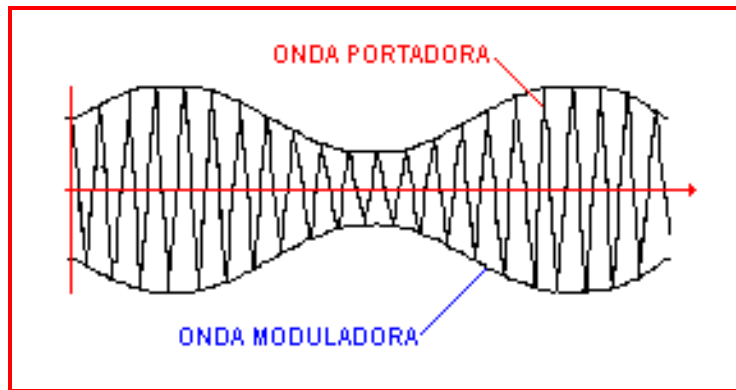


Figura 1.2 Modulación de amplitud.

1.3.9.1.1 MODULACIÓN EN BANDA LATERAL UNICA (SSB).³

Este tipo de modulación se encuentra dentro de la AM, como vimos anteriormente, la modulación de amplitud utiliza la frecuencia propia de la portadora y las dos bandas laterales que aparecen al modularla, las mismas que contienen la información (audio), por eso es conocida también como Banda Lateral Doble (BLD).

Como la frecuencia portadora no es información, la modulación en SSB consiste en eliminar la portadora y una de las bandas laterales con lo cual se transmite solo una banda lateral conteniendo toda la información. Una vez captada la señal SSB en el receptor, éste reinserta la portadora para poder demodular la señal y transformarla en audio de nuevo. La figura 1.3, muestra como es la modulación SSB, con una portadora de 1000 KHz como banda base al modularla con una información cuyas frecuencias comprenden entre los 5 KHz y los 10 KHz, la onda modulada presentará las siguientes frecuencias:

³ <http://www.siste.com.ar/principal.htm>

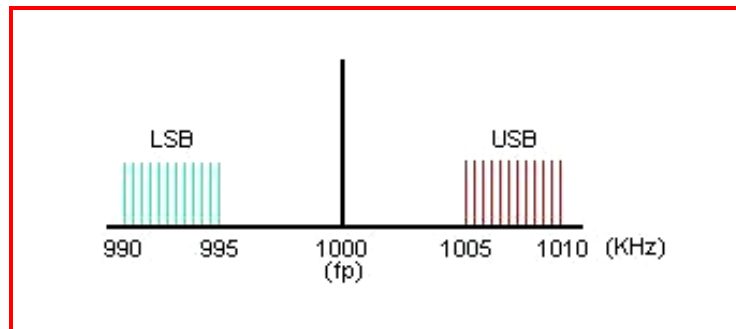


Figura 1.3 Modulación en banda lateral única.

$f_p + f_i = 1000 \text{ KHz} + 5 \text{ KHz} = 1005 \text{ KHz}$, y $1000 \text{ KHz} + 10 \text{ KHz} = 1010 \text{ KHz}$, es decir, todas las frecuencias comprendidas entre los 1005 KHz y 1010 KHz, la que tomará el nombre de banda lateral superior (USB).
 $f_p - f_i = 1000 \text{ KHz} - 5 \text{ KHz} = 995 \text{ KHz}$, y $1000 \text{ KHz} - 10 \text{ KHz} = 990 \text{ KHz}$, todas las comprendidas entre 990 KHz y 995 KHz, la que tomará el nombre de banda lateral inferior (LSB).

Al eliminar la portadora, esta modulación tiene la ventaja de permitir un ahorro de energía muy considerable en comparación con la AM y FM, debido a esto, un transceptor disponiendo de los dos modos de modulación (AM/FM y SSB) es capaz de suministrar hasta el doble de potencia en banda lateral única.

Otra ventaja de la SSB es la reducción del ancho de banda que se consigue al eliminar una de las bandas laterales. Cuando se selecciona el modo USB se están filtrando todas las frecuencias de la banda lateral inferior, que podrán ser ocupadas por otra estación. La modulación SSB es usada habitualmente en los servicios marítimos y en los aviones cuando las distancias son grandes y se

necesitan grandes potencias de emisión. Hay que aclarar que existen variantes de este modo de transmisión según las bandas que se supriman:

- USB (Banda Lateral Superior): Cuando es suprimida la portadora y la banda lateral inferior.
- LSB (Banda Lateral inferior): Cuando es suprimida la portadora y la banda lateral superior.
- Banda Lateral con Portadora Suprimida: Cuando solo se suprime la portadora.

1.3.9.2 MODULACIÓN DE FRECUENCIA (FM).³

La modulación de frecuencia (FM) consiste en codificar información, que puede estar tanto en forma digital como analógica, en una onda portadora mediante la variación de su frecuencia instantánea de acuerdo con la señal de entrada.

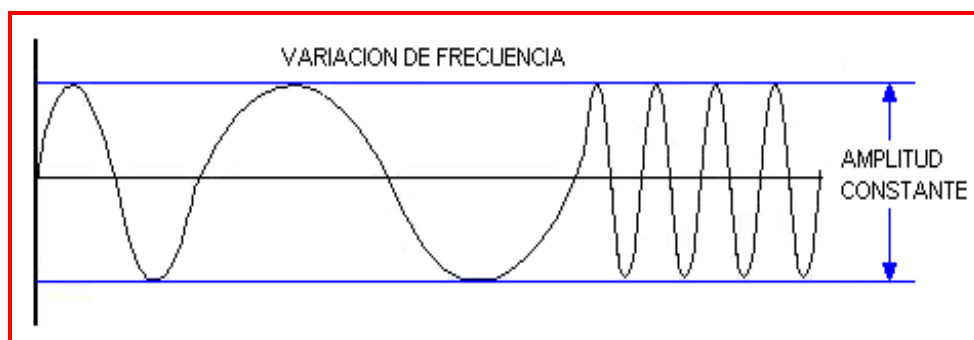


Figura 1.4 Modulación de frecuencia.

³ <http://www.siste.com.ar/principal.htm>

La modulación de frecuencia requiere un ancho de banda mayor que la modulación de amplitud para una señal modulante equivalente, sin embargo, este hecho hace a la señal modulada en frecuencia más resistente a las interferencias.

La modulación de frecuencia también es más robusta ante fenómenos de desvanecimiento de amplitud de la señal recibida. Es por ello que la FM fue elegida como la norma de modulación para las transmisiones radiofónicas de alta fidelidad, como lo son las emisoras en VHF, canales de televisión y muchos “transceptores” portátiles.

1.3.10 MULTIPLEXACIÓN.

La multiplexación en comunicación es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor.

El proceso inverso se conoce como demultiplexación.

En el campo de las telecomunicaciones el multiplexor se utiliza como dispositivo que puede recibir varias entradas y transmitir las a un medio de transmisión compartido, para ello lo que hace es dividir el medio de transmisión en múltiples canales, para que varios nodos puedan comunicarse al mismo tiempo. Según la forma en que se realice esta división del medio de

transmisión, entre las clases de multiplexación más conocidas, tenemos:

- Multiplexación por división de frecuencia.
- Multiplexación por división de tiempo.

1.3.11 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.¹

Se denomina espectro electromagnético al conjunto de ondas electromagnéticas, que van desde las de menor longitud de onda y por lo tanto mayor frecuencia y energía, como son los rayos cósmicos, los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda y menor energía, como son las ondas de radio.

El espectro electromagnético se divide empezando con la que tiene mayor longitud de onda, en:

Tabla 1.1 Espectro electromagnético.

NOMBRE	ABREV.	FRECUENCIA	LONGITUD DE ONDA
---------------	---------------	-------------------	-------------------------

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/>

		Inferior a 3 Hz	Mayor a 100.000 Km.
Extra baja frecuencia (Extremely low frequency)	ELF	3 a 30 Hz	100.000 a 10.000 Km.
Súper baja frecuencia (Super low frequency)	SLF	30 a 300 Hz	10.000 a 1000 Km.
Ultra baja frecuencia (Ultra low frequency)	ULF	300 a 3000 Hz	1000 a 100 Km.
Muy baja frecuencia (Very low frequency)	VLF	3 a 30 KHz	100 a 10 Km.
Baja frecuencia (Low frequency)	LF	30 a 300 KHz	10 a 1 Km.
Media frecuencia (Medium frequency)	MF	300 a 3000 KHz	1 Km. 100 m
Alta frecuencia (High frequency)	HF	3 a 30 MHz	100 a 10 m.
Muy alta frecuencia (Very high frequency)	VHF	30 a 300 MHz	10 a 1 m.
Ultra alta frecuencia (Ultra high frequency)	UHF	300 a 3000 MHz	1 m a 100 mm.
Súper alta frecuencia (Super high frequency)	SHF	3 a 30 GHz	100 a 10 mm.
Extra alta frecuencia (Extremely high frequency)	EHF	30 a 300 GHz	10 a 1 mm.
		Sobre 300 GHz	Menor a 1 mm.

1.4 PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EN VHF.

Las ondas de radio pueden recorrer diferentes caminos atravesando diferentes medios antes de alcanzar su destino, al hacerlo están sujetas a distintas condiciones que afectan el modo en que lo hacen. Sintetizando, propagación es el conjunto de mecanismos responsables de que la onda de radio se mueva de un punto a otro.

Toda onda de radio tiene dos componentes, una onda terrestre o de superficie, y una aérea que puede llegar directamente desde la antena transmisora, o la reflejada en la ionósfera. Como sus nombres lo indican, la onda terrestre se propagan por la superficie terrestre o marina, y la aérea llega al receptor después de haber viajado por el aire. En la banda de VHF prácticamente no se considera la componente terrestre, ya que carece de importancia para frecuencias por arriba de los 1000 KHz.

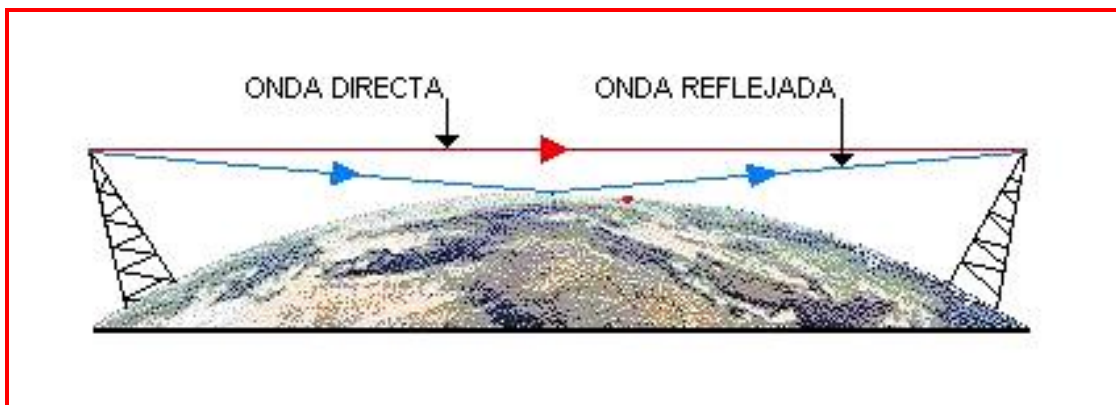


Figura 1.5 Propagación en VHF.

En VHF, el alcance depende de varios factores, como la longitud de onda (a mayor longitud, mayor alcance), la potencia del transmisor y las

características de la superficie, conducen mejor las aguas oceánicas, seguidas del agua dulce, la nieve, los suelos húmedos y finalmente los terrenos secos y pedregosos, además, es importante que las antenas se encuentren elevadas sobre el terreno para lograr alguna distancia, pero estas comunicaciones se atenúan rápidamente más allá del horizonte.

Las comunicaciones que se producen entre estaciones de VHF, que se encuentran dentro del alcance visual, con antenas normalmente elevadas sobre la superficie de la tierra; emplean la propagación usualmente por "*onda espacial*".

La onda espacial es el modo fundamental de propagación en las frecuencias superiores a los 30 MHz. La onda espacial esta compuesta habitualmente por dos rayos: un rayo directo entre la antena trasmisora y la receptora y un rayo reflejado en tierra que también parte de la antena trasmisora, se refleja en la tierra y llega a la antena receptora. La diferencia de distancia recorrida por el rayo directo y el reflejado determinará la intensidad de la señal en el receptor.

Si las antenas se encuentran elevadas sobre el terreno la señal puede propagarse sin necesidad de la onda terrestre aunque siguen haciéndolo por la baja atmósfera, también se la designa como "*propagación troposférica*". La tropósfera es la porción de la atmósfera que ocupa aproximadamente los 16 Km. más cercanos a la superficie.

1.5 USOS DE LAS ONDAS EN VHF.

Los usos típicos que tienen las ondas métricas debido a su propagación en línea recta son:

- La banda de radiodifusión en FM (87,5 a 108 MHz).
- La banda de televisión considerando los diferentes sistemas estándares que se utilizan para la emisión televisiva (PAL, NTSC, SECAM).
- Para las comunicaciones entre las aeronaves y los controladores de los aeropuertos en corta distancia, especialmente en las maniobras de despegue y aterrizaje. Esta banda esta comprendida entre los 118 y 136 MHz. Las comunicaciones en esta banda utilizan la modulación en amplitud.
- Para la comunicación local de voz (tipo walkie-talkie).
- La banda para radioaficionados de los 2 a 6 m (144 a 148 MHz).

1.6 COMPONENTES DEL SISTEMA VHF KY 196A.

El sistema de comunicación VHF KY 196A, esta compuesto fundamentalmente de dos elementos que son:

El equipo transceptor (un solo módulo), montado rígidamente en el panel de instrumentos de la aeronave y la antena, con polarización vertical, ubicada en la parte posterior distante lo suficiente del motor, para una eficiente operación.

1.6.1 TRANSCEPTOR KY 196A.



Figura 1.6 Transceptor KY 196A.

1.6.2 ANTENA DEL TRANSCEPTOR KY 196A.



Figura 1.7 Antena del transceptor KY 196A.

1.7 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA VHF KY 196A.

1.7.1 EQUIPO TRANSCCEPTOR KY 196A.⁴

El KY 196A VHF Communications Transceivers, es un transceptor (transmisor-receptor) de comunicaciones en muy alta frecuencia, modelo KY 196A, fabricado por la Compañía BENDIX KING de los Estados Unidos de América.

Su construcción consta de un solo módulo de estado sólido para permitir una instalación rígida en la cabina de la aeronave, operando en un rango de frecuencia comprendido entre 118.000 MHz a 136.975 MHz con una selectividad en el receptor de 25 KHz, mostrado en la pantalla indicadora del equipo (display).

El KY 196A ofrece la capacidad de programar en su memoria hasta 9 canales de frecuencia para comunicaciones posteriores. El valor de la última frecuencia de operación es almacenado en una memoria no volátil, así cuando el equipo es apagado y luego encendido este canal de frecuencia es presentado nuevamente en la ventana activa del equipo.

⁴ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

El equipo transmisor-receptor, se encuentra ensamblado en un solo módulo, el mismo que consiste eléctricamente de cuatro secciones: RECEPTOR, TRANSMISOR, SECCIÓN DE CONTROL Y FUENTE DE PODER.

1.7.1.1 RECEPTOR.⁴

Utiliza una conversión sencilla de la señal recibida, utilizando un preselector de sintonía varactor de cuatro polos, transistores de efecto de campo para el amplificador y mezclador de RF, un cristal monolítico de 8 polos para filtro de FI y un circuito integrado como amplificador de FI (Ver figura 1.8).

La señal de RF recibida a través de la antena, pasa a través de un filtro pasa-bajo, activando a Q101 y este a su vez polariza directamente a los diodos de T/R, ubicados en la tarjeta del receptor, llegando la señal hasta el FET (Q102) amplificador de RF, éste tiene 20 dB de ganancia al máximo voltaje del AGC de RF y 30 dB de atenuación con el voltaje mínimo del AGC de RF, produciendo un rango dinámico de 50dB. El C114 acopla la señal deseada hacia el sistema doble de sintonía, compuesto por L105, L107, C115 y C118.

La señal deseada es acoplada a la compuerta 1 del mezclador (FET) a través de L133, hasta donde llega la señal del oscilador local con un nivel entre +4dBm y +7dBm y ahora esta en 11.4 MHz, siendo enviada a través del filtro de cristal monolítico, que provee la selectividad deseada, hacia el primer

⁴ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

amplificador de FI (I101) seguido por el detector. El primero y segundo amplificador de FI tienen aproximadamente 45 dB de ganancia con 60 dB de rango dinámico, el voltaje del AGC de FI es aplicado a I101 e I102 en su etapa respectiva a través del pin 5 en cada uno de ellos y convierten el voltaje de AGC en corriente de AGC.

El voltaje del control automático de ganancia es retro-alimentado hacia el primer y segundo amplificador de FI y el amplificador de RF alcanza más de 120 dB de rango dinámico. En el detector se efectúa la demodulación en amplitud, la señal demodulada es enviada hacia el amplificador de ruido, el AGC del FI, la entrada del circuito reductor de ruido y al demodulador. La señal detectada no es permitida pasar a través de la sección reductora de ruido de fondo (squelch) hasta que la señal de entrada tenga excedido el ruido squelch, o el nivel de la portadora.

En el circuito reductor de ruido la señal es atenuada a 70 dB, así, la señal prosigue a través del filtro pasa-bajo el cual atenúa todas las frecuencias de audio por encima de los 2.5 KHz. La señal de audio es luego introducida a través del control de volumen hacia el circuito integrado amplificador de audio, aquí es amplificada aproximadamente 30 dB y acoplada capacitivamente por C187 al auto-transformador T107. El voltaje e impedancia de salida son multiplicados hasta proveer un mínimo de 100 mW dentro de una carga de 500 Ω como por ejemplo, un auricular o a un amplificador externo de audio. El tono lateral y el mic intercom son también amplificados por el amplificador de audio.

1.7.1.2 TRANSMISOR.⁴

El transmisor es de banda ancha con transistores de potencia montados sobre un disipador de aluminio para disminuir el calor de los mismos. En el modo de transmisión, el oscilador master estabilizado (SMO) excita una señal de RF, así como el oscilador local en el modo de recepción (Ver figura 1.9).

El SMO sintetiza las frecuencias que son referenciadas a 25 KHz, derivadas de un oscilador de cristal de 3.975 MHz, esta es la frecuencia seleccionada en la ventana activa (USE) del display. La señal para la transmisión llega al amplificador de RF (Q602) pasando por los buffers de TX a través de un cable coaxial muy fino de 50 Ω , con un nivel de transmisión de aproximadamente 18 dBm.

La RF sigue a través de C633 y C606 hacia el pre-driver que es Q603, esta etapa trabaja en clase C y el colector esta modulado a través de R606, sintonizado en banda ancha y acoplado al driver por T602. Esta señal se acopla a través de C610, C611 y C612 a la base de Q604 (driver), que opera en clase C y esta modulado en el colector, sintonizado en banda ancha por T603, llegando la señal a la etapa final de amplificación constituida por Q605, acoplada por C618, C619 y C620, esta etapa opera también en clase C y esta modulada en el colector.

La baja impedancia de salida en el colector es multiplicada aproximadamente a 50 Ω por el transformador T604. Con este proceso la señal

⁴ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

ha sido amplificada hasta el nivel de 16 W y finalmente pasa por tres etapas que trabajan como filtro pasa-bajo, para atenuar todas las ondas armónicas que se pueden generar en el transmisor hacia la antena.

Durante la transmisión los diodos de T/R, CR603 y CR605 son polarizados inversamente para proteger al receptor de los 16 W de potencia.

1.7.1.3 SECCIÓN DE CONTROL.⁴

Esta sección esta constituida principalmente por el microprocesador, y es la responsable de todas las presentaciones que visualizamos en el display (Ver figura 1.10).

El microprocesador contiene 4 Kbytes de memoria permanente solo de lectura (ROM) para programar instrucciones. Una memoria no volátil de 32 bytes es usada externamente para almacenar la información de frecuencia. El microprocesador recibe una señal de reloj de 3,975 MHz desde el sintetizador (PLL) la cual es derivada de un cristal de la misma frecuencia.

El incremento y decremento de la frecuencia seleccionada en la ventana de espera del display (USE), es controlada también por el microprocesador, ya que a través del pin 32 se encarga de enviar dos datos de información codificada de 24 bits cada uno hacia el sintetizador, el cual utiliza solo los 20 últimos, que representan los códigos de recepción y transmisión.

⁴ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

Encontramos un circuito convertidor Analógico/Digital (A/D), el cual procesa hacia el microprocesador, la información de luz del ambiente que capta una fotocelda ubicada en la parte frontal del equipo, permitiendo una clara visualización del display (tipo descarga de gas) a cualquier hora del día. El microprocesador controla también la transferencia remota de las frecuencias de USE y STBY, además del incremento de los canales programados en memoria.

1.7.1.4 FUENTE DE PODER.⁴

El voltaje de alimentación que requiere el KY 196A es de 27.5 VDC, el cual proviene de la barra de distribución de la aeronave. Al encender el equipo, este voltaje circula primero a través de un filtro de señales parásitas, llegando primero a un IC regulador de 9 V, después este mismo voltaje pasa por otro IC regulador de 5 V, ambos de tres pines, logrando obtener los tres voltajes requeridos (+28, +9 y +5 VDC) para las distintas etapas del transceptor. Adicional contamos con una fuente de doble polaridad la cual provee los ± 90 VDC para el display.

1.7.2 ANTENA.

Dispositivo que permite emitir y recibir las ondas de radio, tipo monopolo vertical y su tamaño es inversamente proporcional a la frecuencia de trabajo.

⁴ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

1.7.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL EQUIPO KY 196A.⁴

Tabla 1.2 Características físicas del KY 196A

DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
Altura	3.43 cm.
Ancho	16.032 cm.
Longitud	25.847 cm.
Peso	2.5 Lb.
Rango de temperatura	-20 °C a +55 °C

1.7.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO KY 196A.⁴

Tabla 1.3 Características técnicas del KY 196A.

DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
En modo Receptor	28 VDC a 1 A.
En modo Transmisor	28 VDC a 5 A.
Potencia de salida	16 W (mínimo), 20 W (máximo).
Rango de frecuencia	118.000 MHz a 136.975 MHz. con incrementos de 25 KHz.
Ancho de banda	25 KHz.
Sensitividad	2 µV.
Salida de tono lateral	Ajustable hasta 100 mW en auricular de 500 Ω
Ciclo de trabajo	1:4 (1 min. transmisión, 4 min. recepción)

⁴ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

1.7.5 PROCEDIMIENTO OPERACIONAL DEL EQUIPO KY 196A.⁴

En la figura 1.11 se identifica cada una de las partes que constituyen el panel frontal del transceptor para dar una sencilla pero significativa explicación de su operación. Para encender el equipo, desde la posición OFF giramos suavemente en sentido horario (CW) la perilla ON/OFF, halándola cumple también la función de control de VOLUMEN y pulsando la perilla podemos realizar un SQUELCH TEST (prueba de circuito silenciador).

Inmediatamente el display mostrará en su ventana activa (USE), la última frecuencia de operación en la que fue apagado el equipo, gracias a la memoria ROM que posee, entrando a operar en la misma; en la ventana de espera (STBY) aparecerá otra frecuencia lista para entrar a funcionar cuando el operador pulse "TRANSFER", intercambiándose las frecuencias.

Al efectuar una transmisión desde el equipo, aparecerá la letra T, que nos indica este estado en la parte intermedia del display.



Figura 1.11 Panel frontal del KY 196A

El switch selector de frecuencia, permite sintonizar una nueva frecuencia en la ventana STBY. Está compuesto de dos perillas de distinto tamaño que giran en ambos sentidos (CW/CCW), la más grande de ellas permite el incremento o decremento en la porción de los MHz, es decir, desde los 118 MHz a 136 MHz con pasos sucesivos de 1 MHz. La perilla pequeña tiene dos posiciones, en su posición normal (Push) permite variar la sintonía con pasos sucesivos de 50 KHz.

Mientras que al halar la perilla variaremos la frecuencia en pasos sucesivos de 25 KHz. La figura 1.12 describe la operación antes explicada.

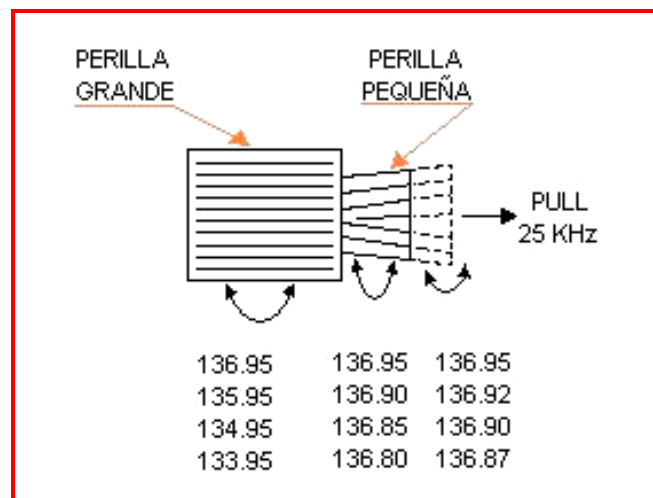


Figura 1.12 Perilla selectora de frecuencia.

Al presionar el botón "CHAN", aparece en el display un dígito (del 1 al 9) acompañado de una frecuencia que representa los canales de memoria almacenados, permitiéndonos sintonizar el canal deseado. Al tenerlo presionado aproximadamente por tres segundos, el dígito del canal de

frecuencia se muestra intermitente, enseguida procedemos a pulsar el botón TRANSFER, y ahora destellan los dígitos de la frecuencia en la ventana STBY, permitiéndonos cambiar la frecuencia y a la vez el canal almacenado.

CAPÍTULO II

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

El objetivo de este capítulo, será la identificación, análisis y selección de la mejor alternativa que permita un eficaz proceso de manufactura y ensamble en la construcción del banco de prueba.

2.1 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Para la construcción del banco de prueba del equipo VHF KY 196A, BENDIX KING se ha planteado las siguientes alternativas:

➤ ALTERNATIVA 1

Banco de prueba para la verificación operacional y calibración del equipo VHF KY 196A, BENDIX KING, con voltímetro y amperímetro analógicos, fuente de alimentación externa de 27.5 VDC, y parlante incorporado.

➤ ALTERNATIVA 2

Banco de prueba para la verificación operacional y calibración del equipo VHF KY 196A, BENDIX KING, con voltímetro y amperímetro digitales y con fuente de alimentación interna de 27.5 VDC.

2.2 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

Con las alternativas anteriores identificadas, se procede a analizar las ventajas y desventajas de cada una de ellas, para de esta manera poder realizar la elección más acertada y analizar los requerimientos técnicos de la misma, con el fin de construir un banco de prueba que cumpla satisfactoriamente todos los requerimientos técnicos del equipo VHF KY 196A.

2.2.1 PRIMERA ALTERNATIVA.

Banco de prueba para la verificación operacional y calibración del equipo VHF KY 196A, BENDIX KING, con voltímetro y amperímetro analógicos, fuente de alimentación externa de 27.5 VDC y parlante incorporado.

2.2.1.1 VENTAJAS:

- El costo de fabricación se reduce notablemente en comparación con la segunda alternativa, ya que el voltímetro y amperímetro analógicos de tablero son más comunes que los digitales, además los elementos de la fuente de poder en especial su transformador demandarían un costo mucho más elevado.

- La operación y mantenimiento del banco es mucho más sencilla, ya que en su construcción no se emplean elementos tan complejos, siendo estos accesibles en el mercado local.

- Para verificar el equipo KY 196A, en modo receptor, el empleo de auriculares es opcional, ya que se puede escuchar las comunicaciones de otras estaciones a través del parlante que posee el banco de prueba.
- El tamaño y peso ligero del banco permite su transporte sin complicaciones.

2.2.1.2 DESVENTAJAS:

- Para realizar la verificación operacional y calibración del equipo VHF KY 196A, BENDIX KING, se necesita siempre una fuente de alimentación externa de 27.5 VDC/6 A.

2.2.2 SEGUNDA ALTERNATIVA.

Banco de prueba para la verificación operacional y calibración del equipo VHF KY 196A, BENDIX KING, con voltímetro y amperímetro digitales, y con fuente de alimentación interna de 27.5 VDC.

2.2.2.1 VENTAJAS:

- Por la fuente de alimentación interna que presenta este banco de prueba, se puede hacer uso de él en cualquier momento y lugar que exista una toma de 110 VAC.

- Se tendría una precisa medición tanto del voltaje como de la corriente que consume el equipo KY 196A, BENDIX KING.
- El banco de prueba permitiría utilizar con un diseño respectivo, solo la fuente de alimentación para energizar otros equipos.

2.2.2.2 DESVENTAJAS:

- Se debe adquirir equipos de medición digitales y diseñar un transformador que satisfaga las características de la fuente de alimentación del equipo, lo cual elevan significativamente el costo de esta alternativa.
- La operación y mantenimiento del banco será limitada, ya que los elementos descritos en el párrafo anterior no son comunes en el mercado local, siendo difícil encontrarlos en el momento que se necesite reemplazarlos.
- El tamaño y peso del banco, principalmente por el transformador de la fuente de alimentación dificultaría su transporte.

2.3 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.

Para evaluar cada una de las alternativas, se asignó un valor X_i a los parámetros de selección, los mismos que se han considerado los más importantes para elegir la mejor alternativa.

La asignación de los valores X_i depende de la importancia del parámetro y de las características técnicas que debe cumplir el banco de prueba del equipo KY 196A; su valor de ponderación estará entre:

$$0 < X_i < 1 \quad (\text{Ecu. 2.1})$$

Cada parámetro es evaluado en función de las ventajas y desventajas que presentan cada una de las alternativas posibles, y la que obtenga el valor más alto en la calificación de parámetros será seleccionada para construir el banco de prueba.

Las alternativas también tendrán una calificación entre cero y uno. Los parámetros de selección están divididos en tres aspectos que son: Técnico, económico y complementario.

2.3.1 ASPECTO TÉCNICO.

- **Funcionalidad.-** Corresponde a las características en el diseño del banco de prueba, cumpliendo sobre todo con la utilidad y facilidad de su empleo, por esta razón la importancia de este parámetro tiene un valor de 0,9.

- **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, tiene asignado un valor de 0,9 para su calificación.
- **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, 0,8 es el valor asignado a este parámetro.
- **Mantenimiento.-** Este aspecto es de vital importancia en el adecuado funcionamiento del banco de prueba. Tiene asignado un valor de 0,8 ya que 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.
- **Procesos de Construcción.-** Ambas alternativas exigen el cumplimiento de una secuencia de pasos para la construcción del banco, a medida que se vayan realizando se aplicará los conocimientos en la utilización de: Equipos de medición y diferentes herramientas, por eso este parámetro tiene un valor de 0,8.
- **Precisión.-** Es la determinación exacta del valor cuantitativo en el banco de prueba del voltaje y amperaje consumidos por el equipo transceptor. El valor asignado es de 0,8 para este parámetro.

- **Fiabilidad.-** Esta es una condición primordial que deben cumplir cada una de las alternativas en base a las especificaciones técnicas del equipo, ya que de esto dependerá el correcto funcionamiento del proyecto. El valor de este parámetro es de 0,9.

2.3.2 ASPECTO ECONÓMICO.

- **Costo de Fabricación.-** Es un parámetro que implica en gran parte la calidad que tengan los materiales que conforman el banco de prueba, por su gran importancia tiene un valor de 0,9 ya que la decisión para la selección del banco de prueba a construir será en base al egreso económico que éste demanda, pero sin descuidar la calidad de los elementos que componen el banco de prueba.
- **Costo de Operación.-** Finalizada la construcción del banco de prueba, 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, por tal razón se ha dado el valor de 0,9 a este parámetro.

2.3.3 ASPECTO COMPLEMENTARIO.

- **Tamaño.-** Trata de la estética general en el acabado del banco de prueba, para esto cada uno de los elementos que lo conforman deberá

tener la ubicación precisa de tal manera que permitan la manipulación y control sin complicaciones. Se refiere también, al espacio ideal que ocupará el banco de prueba en el área asignada para su desempeño. Por esta razón se le asigna un valor de 0,7.

Tabla 2.1 Matriz de evaluación.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Factor de Ponderación Xi	1^{era} alternativa	2^{da} alternativa
Funcionalidad	0,9	0,9	0,8
Rendimiento	0,9	0,8	0,8
Factor de operación	0,8	0,7	0,8
Mantenimiento	0,8	0,8	0,5
Proceso de construcción	0,8	0,7	0,7
Precisión	0,8	0,6	0,8
Fiabilidad	0,9	0,8	0,8
Costo de fabricación	0,9	0,9	0,7
Costo de operación	0,9	0,9	0,7
Tamaño	0,7	0,6	0,5

Tabla 2.2 Matriz de decisión.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	1*Xi	2*Xi
Funcionalidad	0,81	0,72
Rendimiento	0,72	0,72
Factor de operación	0,56	0,64
Mantenimiento	0,64	0,40
Proceso de construcción	0,56	0,56
Precisión	0,48	0,64
Fiabilidad	0,72	0,72
Costo de fabricación	0,81	0,63
Costo de operación	0,81	0,63
Tamaño	0,42	0,35
TOTAL	6,53	6,01

1*Xi = Primera alternativa por factor de ponderación Xi.

2*Xi = Segunda alternativa por factor de ponderación Xi.

➤ **Primera Alternativa: 6,53 de 7,10 puntos.**

➤ **Segunda alternativa: 6,01 de 7,10 puntos.**

2.4 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

Después de haber realizado el estudio y análisis técnico, de cada una de las alternativas y la evaluación de los parámetros correspondientes, establecemos que la primera alternativa presenta las mejores condiciones en operación, diseño y costo ya que corresponde al 91% del 100% ideal para la construcción del banco de pruebas, mientras que la segunda alternativa corresponde al 84% del 100% ideal.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBA

3.1 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.

Son diversos los requerimientos técnicos que la construcción del banco de prueba demanda tanto en la manufactura como en el material a emplearse, pero una vez culminado el proyecto resaltan dos puntos primordiales: La alimentación de 27.5 VDC con una corriente mínima de 6 A, y la instalación de una antena de VHF monopolo con polarización vertical, necesaria para la operación óptima del equipo.

3.2 MATERIAL ELÉCTRICO UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBA.

3.2.1 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES.

- **VOLTÍMETRO.-** Es del tipo bobina móvil (analógico) de panel, modelo TP-670, con un rango de medición de 0 a 30 VDC (Figura 3.1). Este instrumento de control nos indica el voltaje de alimentación 27.5 VDC que ingresa al banco de prueba, se encuentra conectado en paralelo con el conductor de alimentación del transceptor.



Figura 3.1 Voltímetro.

- **AMPERÍMETRO.-** Su función es indicar la cantidad de corriente(A) que consume el equipo VHF KY 196A, es del tipo bobina móvil (analógico) de panel, modelo TP-670 con un rango de medición de 0 a 30 Amperios de corriente continua, se encuentra conectado en serie con el conductor de alimentación del transceptor (Figura 3.2).



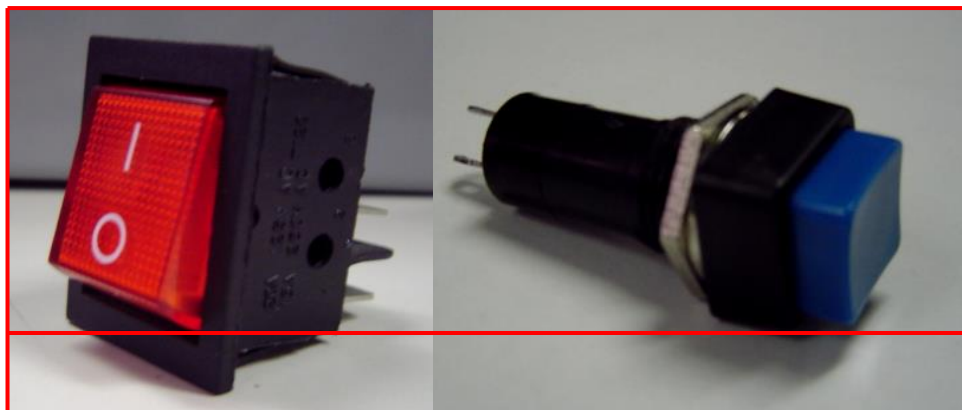
Figura 3.2 Amperímetro.

- **JACKS DE ALIMENTACION.-** Son conectores tipo banana hembra capaces de manejar corriente de varios amperios (Figura 3.3), que permiten la entrada de los 27.5 VDC / 6 A provenientes de la fuente de poder.



Figura 3.3 Jacks para entrada de voltaje.

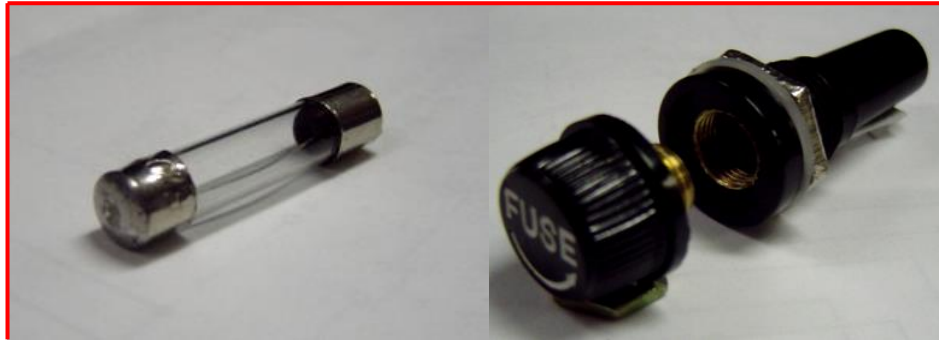
- **INTERRUPTORES.-** Son dispositivos que permiten hacer contacto entre dos puntos cualquiera de un circuito, al cambiar de una posición a otra. Vemos en la figura 3.4 el interruptor de encendido de tipo SPST, y el interruptor pulsador N.A. para efectos de transmisión, respectivamente.



Figura

3.4 Interruptores.

➤ **FUSIBLE.-** Es un hilo conductor construido dentro de un tubo de vidrio



que sirve para proteger al equipo contra una sobrecarga producida por un cortocircuito en la salida (Figura 3.5)

Figura 3.5 Fusible y Porta-fusible

- **LÁMPARAS PILOTO.-** Constituida por un foco de 28 VDC y una resistencia limitadora de corriente, en el banco de prueba los encontramos en dos encapsulados de distinto color para indicar la presencia de voltaje y el modo de transmisión del equipo VHF, KY 196A (Figura 3.6).



Figura 3.6 Lámparas piloto.

- **CONECTORES ESPECIALES.-** Contamos con dos de estos tipos de conectores (para equipos de aviación) en el banco de prueba, permiten realizar la conexión desde el banco hacia el equipo VHY KY 196A (Figura 3.7 y 3.8), respectivamente.

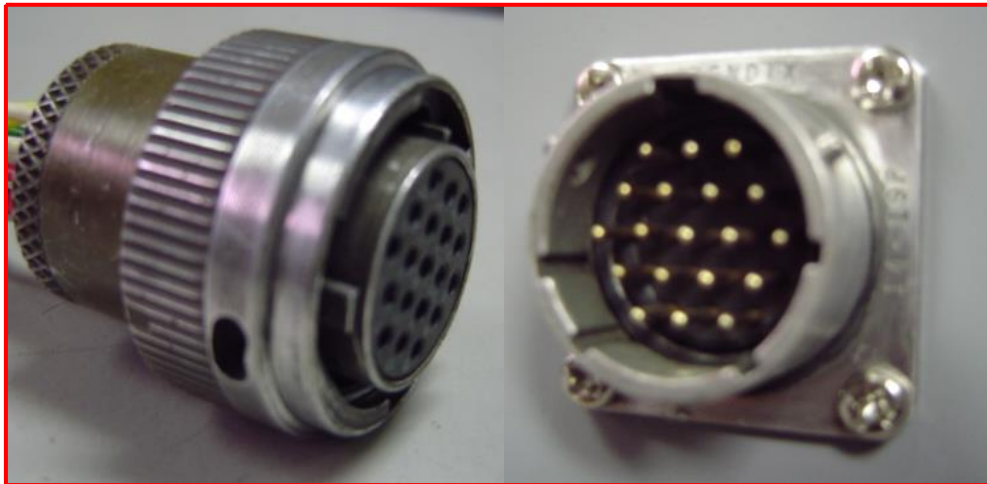


Figura 3.7 Conector hembra y macho para el banco de prueba.

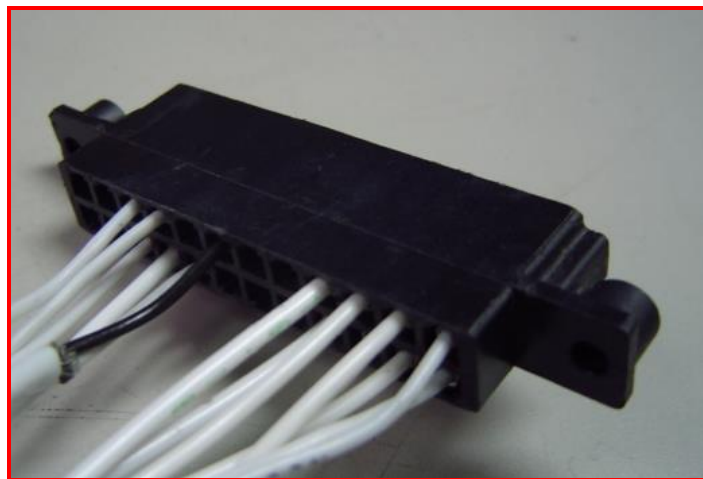


Figura 3.8 Conector para el transceptor.

A continuación realizamos la identificación de los conectores utilizados:

Tabla 3.1 Identificación de los conectores del banco.

DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE PARTE
Conector hembra para banco de prueba	851-06-12-19 S-50

Pines para conector hembra del banco de prueba	014-1018-20
Conector macho para banco de prueba	851-00-12-19 P-50
Pines para conector macho del banco de prueba	8500-697
Conector para equipo KY 196A	030-01094-0080
Pines para conector del equipo KY 196A	030-01107-0031

- **JACKS PARA PRUEBA DE VOLTAJE.-** Contamos con diferentes puntos de prueba para realizar mediciones de voltaje provenientes del transceptor. Son conectores tipo banana hembra (Figura 3.9).



Figura 3.9 Puntos de prueba.

- **PARLANTE.-** Dispositivo que permite escuchar la señal de audio proveniente del equipo en modo receptor, tiene una potencia de 12 W con una impedancia de 4 Ω (Figura 3.10), la misma que se ha aumentado para

compensar la impedancia de salida del transceptor, añadiendo dos resistencias en serie de 250Ω en la conexión interna del banco.



Figura 3.10 Parlante y mascarilla.

- **SALIDA DE AUDIO.-** Esta compuesta por un jack monofónico con switch que permite la conexión (opcional) del plug de los audífonos para escuchar el audio del transceptor (Figura 3.11).



Figura 3.11 Jack monofónico con switch.

- **ENTRADA DE MICRÓFONO.-** Este dispositivo es un jack similar al de audio, pero especial por su medida, utilizado para los plug de micrófono de equipos de aviación (Figura3.12).



Figura 3.12 Jack para plug de micrófono.

- **TERMINALES DE CABLE.-** Los encontramos en diferentes formas y tamaños (Figura 3.13), permiten realizar una sencilla y segura conexión entre el conductor y los dispositivos eléctricos que permitan hacerlo (por sus terminales)



Figura 3.13 Terminales de cable.

- **CONDUCTORES.-** Llamados también cables, existe una gran variedad clasificados numéricamente de acuerdo a la capacidad de corriente que puedan transportar. En la construcción de nuestro proyecto utilizamos cable # 18, # 22, blindado y coaxial (Figura 3.14).



Figura 3.14 Cables utilizados en el banco de prueba.

- **HERRAMIENTAS UTILIZADAS.-** Son las que nos ayudan a realizar un buen proceso de manufactura, para poder garantizar un óptimo funcionamiento de nuestro proyecto, como vemos en la figura 3.15 utilizamos: Multímetro, cautín de 25 w, estaño, pinza, cortador, etc.



Figura 3.15 Herramientas utilizadas.

3.3 CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBA.

En el proceso de construcción de este proyecto, el saber distribuir y optimizar el tiempo y los recursos, han sido clave para obtener el resultado deseado. A continuación se detalla los pasos seguidos en su construcción:

3.3.1 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.

El diseño de la estructura del banco de prueba esta hecho de la manera más compacta, con el fin de reducir el espacio que ocupará en el laboratorio de electrónica en especial al momento de utilizarlo, así tenemos: 20 cm. de alto, 35 cm. de ancho y 15 cm. de profundidad (Figura 3.16).

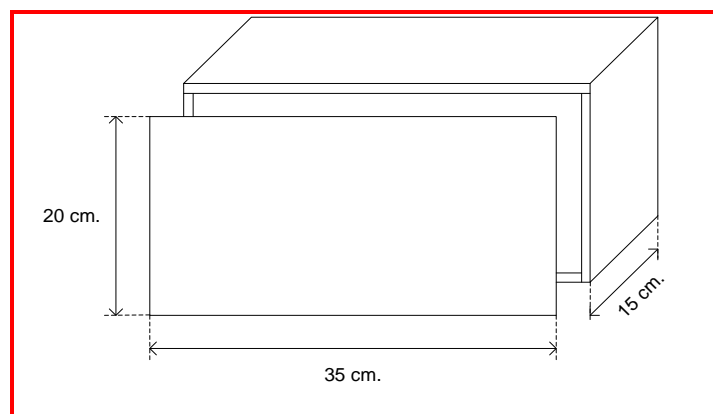


Figura 3.16 Diseño de la estructura del banco de prueba.

3.3.2 DISEÑO DEL PANEL FRONTAL.

Previo a la construcción del banco de prueba se realizaron diversos diseños del panel frontal, siendo el del Anexo A el escogido para ser construido, por la mejor distribución de sus elementos.

3.3.3 DIAGRAMA EN BLOQUES DEL BANCO DE PRUEBA.

El diagrama en bloques se lo realiza para representar gráficamente la relación entre las diferentes partes que conforman el banco de prueba, en la figura 3.17 se observa la secuencia que sigue el circuito interno. Este diagrama está realizado en base al diagrama esquemático para la conexión del transceptor KY 196A (Anexo B) que el manual de mantenimiento proporciona.

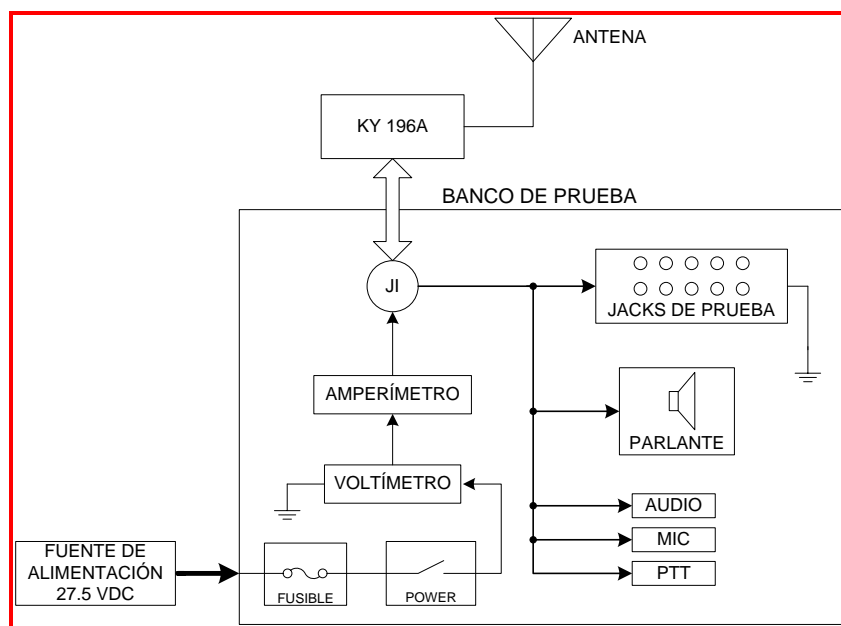


Figura 3.17 Diagrama en bloques del banco de prueba.

3.3.4 SELECCIÓN Y CORTE DE LÁMINA PARA LA ESTRUCTURA.

Con el respectivo asesoramiento del personal especializado en materiales de estructuras de aviación, se escoge al aluminio por sus características como el material ideal para que se constituya en la estructura del banco, de la misma manera en los cortes de la lámina y el empleo de este tipo de maquinaria (Figura 3.18).



Figura 3.18 Corte de lámina.

3.3.5 TRAZADO, CORTES Y AGUJEROS EN EL PANEL FRONTAL.

En base al diseño escogido, se procede a realizar el trazado en la lámina, con sus respectivas medidas para insertar los diferentes componentes (voltímetro, amperímetro, parlante, puntos de prueba, etc.) para luego continuar con los cortes y agujeros, en la misma (Figura 3.19).



Figura 3.19 Elaboración del panel frontal.

3.3.6 PINTADO DE LA ESTRUCTURA.

Una vez elaboradas las partes que conforman la estructura, se procede a pintar primeramente con un protector anticorrosivo llamado Primer y como acabado se aplica Poliuretano de color gris (Figura 3.20).



Figura 3.20 Pintura de la estructura.

3.3.7 ARMADO DE LA ESTRUCTURA.

Listas todas las partes que conforman el banco de prueba, se procede al armado del mismo, utilizando remaches y tornillos en las partes fijas y móviles respectivamente (Figura 3.21).

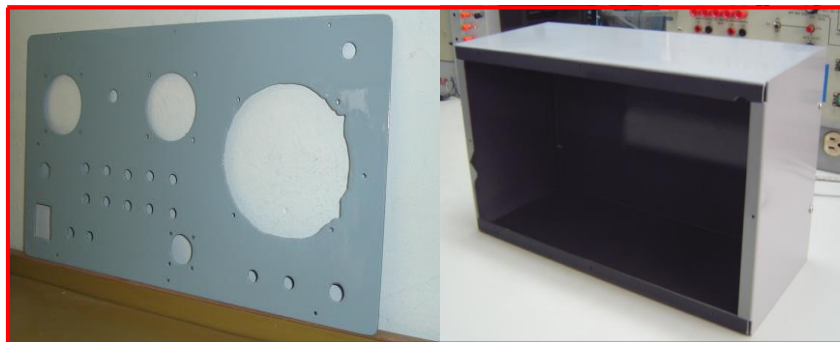


Figura 3.21 Estructura del banco.

3.3.8 INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN EL PANEL FRONTAL.

Con las herramientas necesarias y tratando de no maltratar al manipular se procede a instalar, conectar y soldar cada uno de los elementos que forman el banco de prueba, realizando diversos chequeos para verificar una conexión segura entre los diferentes elementos (Figura 3.22).

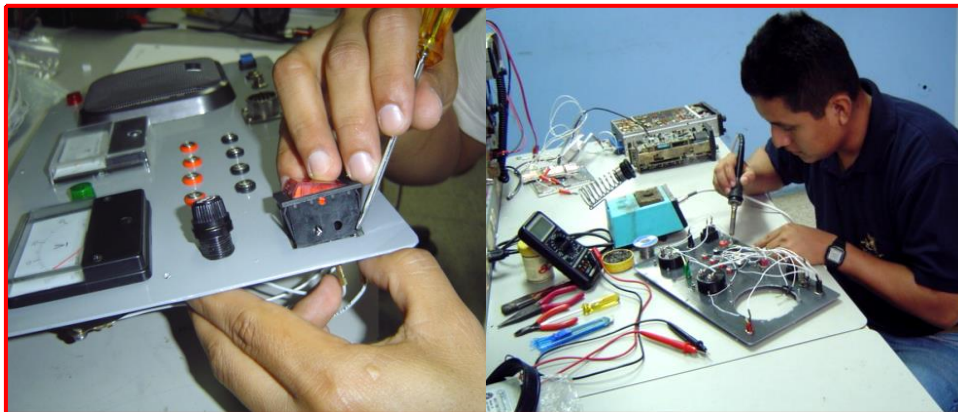


Figura 3.22 Instalación y conexión de los elementos del panel principal.

3.3.9 ROTULACIÓN DEL PANEL FRONTAL.

Los rótulos que identifican a cada uno de los elementos del banco de prueba, es un diseño computarizado elaborado en una delgada placa metálica con letras de color negro claramente impresas, con el fin de que el personal que desee utilizarlo identifique sin problemas cada uno de los elementos y tenga una clara noción de la función de cada uno de ellos (Figura 3.23).



Figura 3.23 Rotulación del banco de prueba.

3.3.10 CONSTRUCCIÓN DEL ARNÉS.

Seguendo las instrucciones del manual de mantenimiento, el arnés esta compuesto por un total de 16 cables de diferente tipo y numeración, con un conector especial en cada extremo (Figura 3.24), lo que permite la fácil conexión y desconexión desde el banco de prueba hacia el transceptor KY 196A, en la figura 3.25 se puede apreciar cómo y en que pin de los conectores están conectados cada uno de los cables.



Figura 3.24 Arnés para banco de prueba KY 196A.

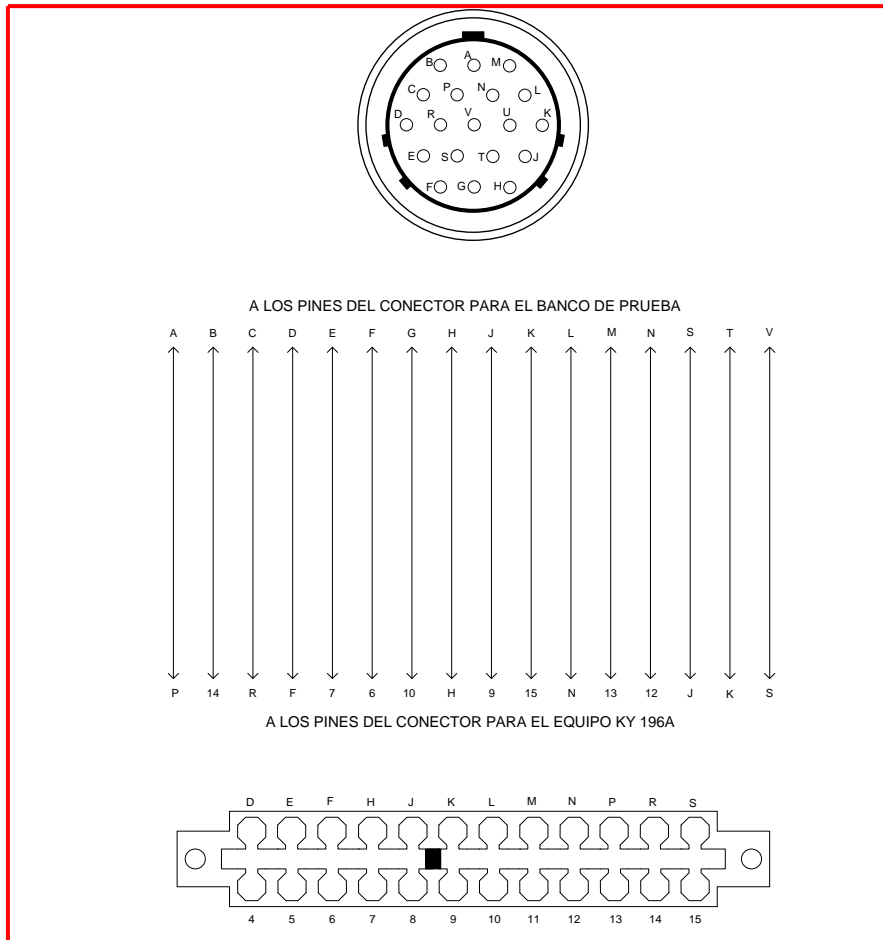


Figura 3.25 Construcción del arnés.

3.3.11 PRUEBA DE OPERATIVIDAD DEL BANCO.

Culminados todos los procesos de ensamblaje y conexión del banco, se procede a realizar la prueba de operatividad con un transceptor KY 196A en buen estado (Figura 3.26), obteniendo como resultado:

- Operación normal en modo receptor.
- Operación normal en modo transmisor.

- Chequeo de todos los puntos de prueba con sus respectivos voltajes normales.
- Chequeo del jack PTT.
- Chequeo del jack MIC.
- Encendido de la lámpara (verde) de energización.
- Encendido de la lámpara (roja) de transmisión.



Figura 3.26 Prueba de operatividad del banco.

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE MANUALES

4.1 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA UTILIZACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA.

La elaboración de este manual esta realizada tomando en cuenta tres aspectos fundamentales que comprenden: Condiciones antes de su utilización, la manera adecuada para energizar el equipo y la función de cada uno de los elementos que conforman el banco de prueba. A continuación el detalle de cada uno de los aspectos mencionados:

4.1.1 CONDICIONES PARA EL USO DEL BANCO DE PRUEBA.

- Verifique físicamente que el banco de prueba se encuentre libre de materiales u objetos que interfieran en su correcto funcionamiento.
- Compruebe que todos los remaches y tornillos (tanto del banco como de los elementos) se encuentren en su lugar y ajustados correctamente.
- Revise que los interruptores de encendido y transmisión (PTT) se encuentren en buenas condiciones, y siempre en la posición de apagado (0) el de encendido.

- Revise que el voltímetro y amperímetro se encuentren físicamente en óptimas condiciones.
- Observe y verifique que el fusible y las lámparas piloto se encuentre en buen estado.
- Revise que los jacks para salida de audio y entrada de micrófono, se encuentren fijos y aislados para evitar algún cortocircuito que produzca daños en el equipo.
- Compruebe que tanto la mascarilla como el parlante presenten buenas condiciones físicas y de ajuste.
- Observe que en los diferentes puntos de prueba y jacks de alimentación no exista ninguna clase de elementos extraños que obstruyan su función, verifique también su firme posición.
- Revise cuidadosamente el estado del conector del banco y sus pines que permiten la conexión del arnés.
- Verifique el buen estado del arnés, revisando cuidadosamente los pines, conectores y cableado.
- Tenga a su alcance la instalación de una antena de VHF, lista para conectarla al equipo.

4.1.2 ENERGIZADO DEL BANCO DE PRUEBA.

- a. Compruebe que el interruptor de encendido del banco este en la posición apagado (0).
- b. Realice la conexión hacia el banco de prueba del arnés y del equipo VHF KY 196A, verificando que el switch de éste se encuentre en la posición OFF, y que el transceptor tenga la antena conectada.
- c. Conecte en los jacks de alimentación (IN) respetando la polaridad, una fuente de poder que provea 27.5 VDC con un mínimo de 6 amperios. Encienda la fuente.
- d. Coloque el interruptor de encendido del banco en la posición (1) y observe que el voltímetro marca el voltaje de alimentación (27.5 VDC) y la lámpara piloto (verde) se enciende. **El banco de prueba está energizado.**
- e. Encienda el transceptor VHF KY 196A, ahora el amperímetro marcará el consumo de corriente que según el modo de operación del equipo demande.
- f. Apague el equipo VHF KY 196A y luego el interruptor de encendido del banco. Proceda nuevamente desde el literal d, así comprobaremos que se tiene los voltajes correctos.

4.1.3 FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBA.

El óptimo funcionamiento del banco de prueba exige un control constante de la operación de todos los elementos que lo conforman. A continuación se detalla la función de cada uno de ellos.

4.1.3.1 VOLTÍMETRO.

- Este instrumento mide el ingreso del voltaje de alimentación (27.5 VDC) desde la fuente de poder hacia el banco de prueba (Figura 4.1).



Figura 4.1 Voltímetro analógico.

4.1.3.2 AMPERÍMETRO.

- Su función es indicar el consumo de corriente en amperios, que tiene el equipo VHF KY 196A, según el modo de operación que se efectúe: 1 A en modo receptor, 5 A en modo transmisor (Figura 4.2).



Figura 4.2 Amperímetro analógico.

4.1.3.3 JACKS DE ALIMENTACIÓN.

- Estos Jacks de alta corriente por su tamaño, permiten la entrada del voltaje de alimentación (27.5 VDC) provenientes de la fuente de poder, correctamente polarizado (Figura 4.3).
-



Figura 4.3 Jacks de alimentación.

4.1.3.4 FUSIBLE.

Este elemento es un dispositivo de protección contra sobrecargas que se puedan producir por algún cortocircuito, tiene una capacidad de 6 A (Figura 4.4).



Figura 4.4 Fusible.

4.1.3.5 INTERRUPTOR DE ENCENDIDO.

Este dispositivo permite el paso del voltaje desde la fuente de alimentación para energizar el banco de prueba, llevándolo a la posición de encendido (1) como se ve en la figura 4.5.



Figura 4.5 Interruptor de encendido.

4.1.3.6 PULSADOR DE TRANSMISIÓN (PTT).

Al presionar este dispositivo (Figura 4.6) se realiza una transmisión desde el transceptor y permite comprobar en el amperímetro la carga, no mayor a 5 A, que se produce en este modo de operación.



Figura 4.6 Switch PTT.

4.1.3.7 LÁMPARA PILOTO DE 27.5 VDC.

El encendido de esta luz verde, indica que el banco de prueba está energizado, es una segunda opción después del voltímetro para comprobar el estado del banco de prueba (Figura 4.7).



Figura 4.7 Lámpara piloto de 27.5 VDC.

4.1.3.8 LÁMPARA PILOTO DE TX.

El encendido de esta luz roja, advierte que se está realizando una transmisión desde el transceptor, se produce al activar el PTT del banco u otro dispositivo de transmisión externo que posea el micrófono (Figura 4.8).



Figura 4.8 Lámpara piloto de TX.

4.1.3.9 SALIDA DE AUDIO.

Constituido por un jack monofónico con switch que permite, en el momento de insertar un plug de audífonos (Figura 4.9) deshabilitar el paso de la señal de audio del transceptor hacia el parlante.



Figura 4.9 Terminal de audio.

4.1.3.10 ENTRADA DE MICRÓFONO (MIC).

Es un jack especial por su medida utilizado para equipos de aviación que permite la conexión de un micrófono para transmitir (Figura 4.10).



Figura 4.10 Terminal de micrófono.

4.1.3.11 PARLANTE.

Permite escuchar las señales de audio en el modo receptor, su nivel de salida es controlado desde el equipo VHF KY 196A (Figura 4.11).



Figura 4.11 Parlante.

4.1.3.12 JACK R/14.

Punto de prueba que permite comprobar una vez encendido el banco la entrada de 27.5 ± 0.3 VDC hacia el transceptor por medio de los pines R y 14, de gran utilidad ya que en caso de sufrir alguna avería el voltímetro propio del banco por medio de este jack se verificará el ingreso de este voltaje (Figura 4.12)



Figura 4.12 Punto de prueba de los pines R y 14.

4.1.3.13 JACK P.

Este punto de prueba, permite comprobar voltaje de 27.5 ± 0.3 VDC, que ingresan al pin P del equipo transceptor KY 196A, una vez que éste es encendido, para alimentar otras de sus diferentes etapas (Figura 4.13).



Figura 4.13 Punto de prueba del pin P.

4.1.3.14 JACK 13.

Prácticamente similar al punto de prueba anterior, permite comprobar voltaje de 27.5 ± 0.3 VDC, que ingresan al pin 13 del KY 196A, una vez que éste es encendido, para alimentar otras etapas del equipo transceptor (Figura 4.14).



Figura 4.14 Punto de prueba del pin 13.

4.1.3.15 JACK N/12.

Este punto de prueba indica el ingreso de 27.5 ± 0.3 VDC en los pines N y 12 del transceptor una vez que se lo enciende (Figura 4.15).



Figura 4.15 Punto de prueba de los pines N y 12.

4.1.3.16 JACK 10.

Este punto de prueba permite haciéndole una conexión a tierra desactivar el compresor de audio, necesario para realizar diversas pruebas en el receptor del KY 196A (Figura 4.16).



Figura 4.16 Punto de prueba del pin 10.

4.1.3.17 JACK K.

A través de este punto se ingresa una señal de audio de 100 mV a 1 KHz hacia el mic intercom del receptor, necesaria para hacer prueba del squelch (Figura 4.17).



Figura 4.17 Punto de prueba del pin K.

4.1.3.18 JACK MIC (J).

En este punto de prueba podemos comprobar un voltaje de 9 ± 0.5 VDC, provenientes del pin J del transceptor, necesarios para el amplificador del micrófono de los auriculares (Figura 4.18).



Figura 4.18 Punto de prueba del mic.

4.1.3.19 JACK PTT (9).

Este punto de prueba posee un voltaje de 27.5 ± 0.3 VDC, provenientes del pin 9 del transceptor. Al accionar el PTT este voltaje se reduce notablemente debido a que el otro punto de contacto del pulsador esta conectado a tierra (Figura 4.19).



Figura 4.19 Punto de prueba del PTT.

4.1.3.20 CONECTOR DEL BANCO DE PRUEBA.

Este dispositivo J1 sirve para conectar el arnés al banco de prueba, haciendo fácil su desmontaje cuando no utilizemos el banco y permitiendo conservar de mejor manera los conectores, sin maltratos (Figura 4.20).



Figura 4.20 Conector J1.

4.1.3.21 CONECTOR DEL EQUIPO KY 196A.

Este conector especial J2 permite la conexión del arnés al transceptor KY 196A, que una vez conectado al banco permite energizar el equipo para las diferentes pruebas operacionales (Figura 4.21).



Figura 4.21 Conector J2.

4.2 MANUAL PARA LA VERIFICACIÓN OPERACIONAL DEL TRANSECTOR KY 196A.

La verificación operacional comprende, comprobar el correcto funcionamiento del transceptor KY 196A sin necesidad de destapar el equipo y está dividida en dos etapas:

1. Función de los controles del transceptor, y
2. Parámetros en las etapas del transceptor.

4.2.1 FUNCIÓN DE LOS CONTROLES DEL TRANSECTOR.²

La comprobación de esta primera etapa de la verificación operacional, la podemos efectuar a bordo de la aeronave con auriculares de 500 Ω , como un procedimiento habitual de pre-flight o en el laboratorio de aviónica conectándolo a su respectivo banco de prueba. Para realizar este tipo de operación debemos:

1. Energizar y encender el equipo transceptor con 27.5 ± 0.3 VDC.
2. Observe que el display se encienda.
3. Gire en sentido CW el selector de frecuencia en MHz y KHz (perilla grande y pequeña, respectivamente) y verifique el incremento de frecuencia; al girar en sentido CCW verifique la operación inversa.

² Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

Tabla 4.1 Incremento y decremento de frecuencia.

INCREMENTO (CW)	118 a 136 MHz.	Pasos de 1 MHz.
	0.00 a 0.97 KHz.	Pasos de 50 KHz.
DECREMENTO (CCW)	136 a 118 MHz.	Pasos de 1MHz.
	0.97 a 0.00 KHz.	Pasos de 50 KHz.

4. Hale la perilla pequeña del selector de frecuencia y con la misma operación anterior tendremos incrementos y decrementos de 25 KHz.
5. Botón "CHAN".
 - Con un pulso, el display muestra la frecuencia memorizada con el dígito del canal almacenado, ésta queda en espera, en este momento (6 segundos) con el selector de frecuencia verificamos todos los canales almacenados.
 - Presionando durante 3 segundos, aparece y comienza a destellar el dígito (1 al 9) del canal memorizado, con el selector de frecuencia se cambia el orden de memoria de los canales y con TRANSFER accedemos a los dígitos de frecuencia, teniendo la posibilidad de cambiarlos para sintonizar otra estación y almacenarla en la memoria del equipo.

6. Pulse el botón "TRANSFER", la frecuencia en espera debe pasar a frecuencia activa, al pulsarlo nuevamente se invierte el cambio de frecuencias.
7. Intensidad del display, al obstruir la entrada de luz hacia la fotocelda observe como cambia el brillo del display.
8. Accione el PTT (desde los auriculares o banco de prueba) y realice Tx con estaciones indicadas para este efecto. Observe que una letra T se enciende en el display. La señal de comunicación (Tx/Rx) debe ser lo más nítida posible.
9. Cuando el transceptor sea apagado y luego encendido, verifique que el último estado del display (frecuencias) sea el mismo. Esta es la memoria no volátil que posee.
10. Finalmente apague el equipo transceptor.

4.2.2 PARÁMETROS EN LAS ETAPAS DEL TRANSCÉPTOR.³

La realización de esta segunda etapa de la verificación operacional exige el empleo de diferentes equipos de prueba que en complemento con el banco de prueba KY 196A ayudan a realizar una eficiente operación, para esto es necesario extraer el equipo de la aeronave.

³ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

4.2.3 EQUIPOS DE PRUEBA NECESARIOS.

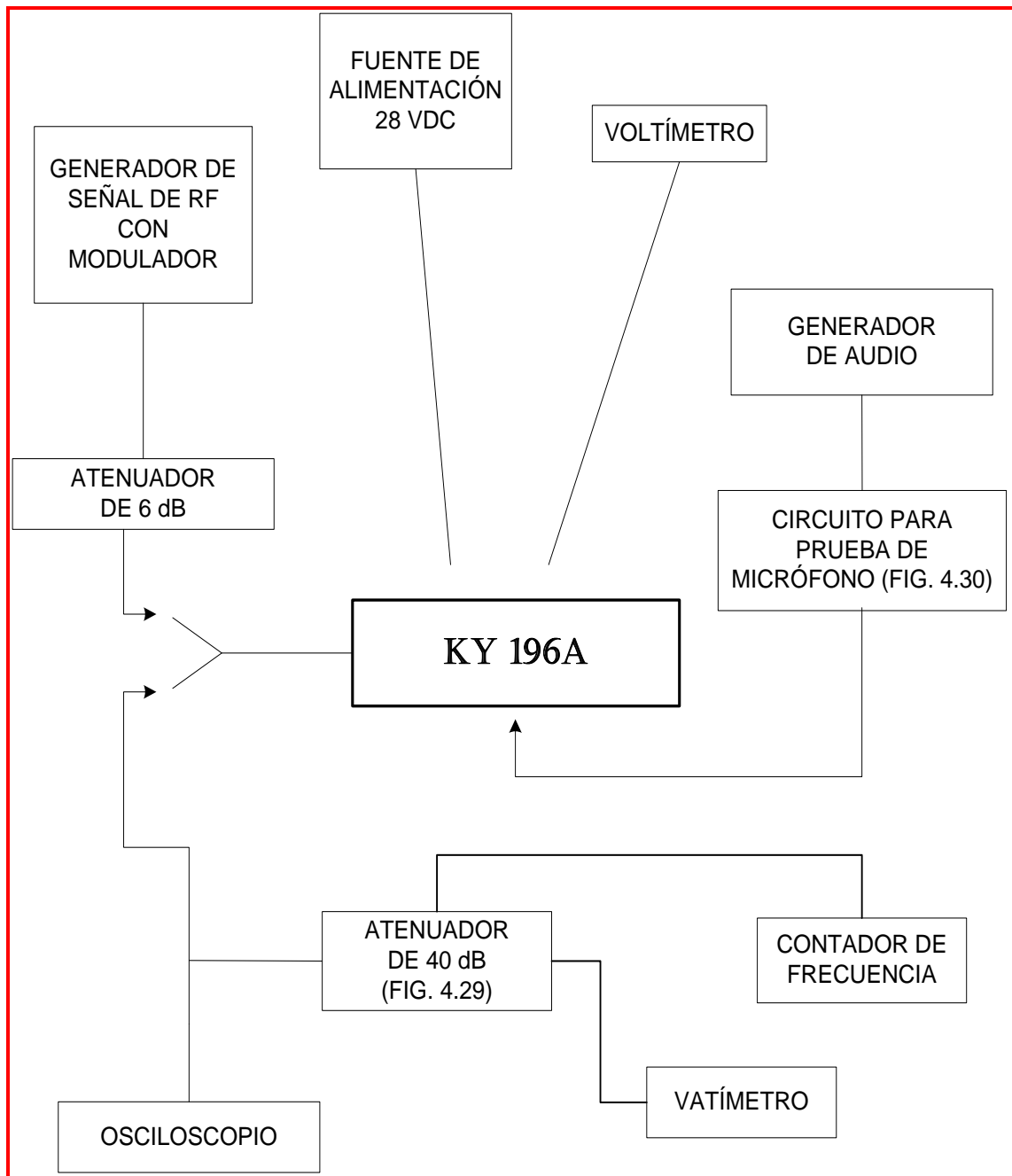


Figura 4.22 Equipos e instrumentos de prueba complementarios.

A continuación se detalla una lista de todos los equipos necesarios haciendo una breve descripción, así, como los procedimientos a seguir para cada etapa del equipo. Cabe resaltar que todos los equipos de prueba deben estar calibrados antes de su utilización en este proceso.

- Banco de prueba KY 196A.

- Fuente de poder de 27.5 VDC a 6 A.

- Generador de señal de audio.

- Generador de señal de RF.

- Multímetro digital.

- Vatímetro.

- Osciloscopio.

- Contador de frecuencia.

- Atenuador de 40 dB.

➤ **FUENTE DE PODER.**

La fuente de poder es una fuente de alimentación que mantiene siempre entre sus terminales un voltaje independiente de la corriente exigida por la carga, esta es la característica de la fuente que posee la Aviación Naval, con un voltaje que varia de 0 a 30 VDC a 10 A (Figura 4.23).



Figura 4.23 Fuente de Poder.

➤ **GENERADOR DE SEÑAL DE AUDIO.**

Conocido también como generador de baja frecuencia, constituye uno de los instrumentos más útiles en el diseño, prueba, calibración y reparación de circuitos de audio, generalmente tiene una banda de frecuencias desde 1Hz hasta 100 KHz (Figura 4.24).



Figura 4.24 Generador de señal de audio.

➤ **GENERADOR DE SEÑAL DE RF.**

Este es otro tipo de generador muy común en los laboratorios de electrónica (Figura 4.25), siendo su función principal generar una onda de radio igual o similar a la que produce una emisora o un transmisor, por lo cual se utiliza para chequear, calibrar o reparar etapas receptoras de los equipos de comunicación.

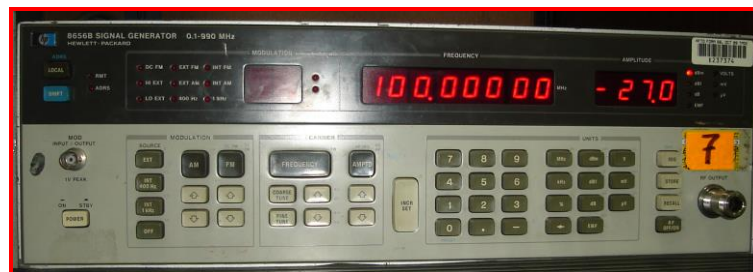


Figura 4.25 Generador de señal de RF.

➤ **MULTÍMETRO DIGITAL.**



Figura 4.26 Multímetro digital.

Instrumento electrónico básico que configurado de manera adecuada permite medir varias magnitudes eléctricas como: la intensidad, la tensión y la resistencia. Se constituye en una herramienta primordial (Figura 4.26) en el empleo del banco, ya que nos ayuda principalmente en la medición de los diferentes valores de voltaje continuo en los distintos puntos de prueba, como también a realizar pruebas de continuidad entre los diferentes puntos de contacto que tenemos tanto en el banco como en el equipo transceptor.

➤ **VATÍMETRO.**

Con este instrumento de medición se puede medir la potencia de transmisión de un equipo de comunicaciones (Figura 4.27). Nos permite comprobar si la potencia a la cual esta trabajando nuestro equipo es la indicada, conectándolo al conector de antena del equipo.



Figura 4.27 Vatímetro.

➤ **OSCILOSCOPIO.**

Brinda mayor información al comprobar el correcto funcionamiento de todo tipo de circuito eléctrico y electrónico. Compuesto principalmente por una pantalla que permite visualizar, con representación en el tiempo, las diferentes señales eléctricas presentes en las etapas de los circuitos (Figura 4.28).



Figura 4.28 Osciloscopio.

➤ **CONTADOR DE FRECUENCIA.**

Muy útil en los equipos de comunicaciones, será de gran ayuda para comprobar si la frecuencia a la que oscila nuestro transceptor es la correcta (Figura 4.29).



Figura 4.29 Contador de frecuencia.

➤ **ATENUADOR DE 40 dB.**

Es un dispositivo que permite reducir la señal de recepción respecto a la real, para reducir las distorsiones que puede provocar una señal muy fuerte en el vatímetro y contador de frecuencia, consiste en una resistencia en serie de 8.2 K Ω alimentando una resistencia de 51 Ω en paralelo (Figura 4.30). Este atenuador será útil para reducir la señal cuando se superan los límites legales.

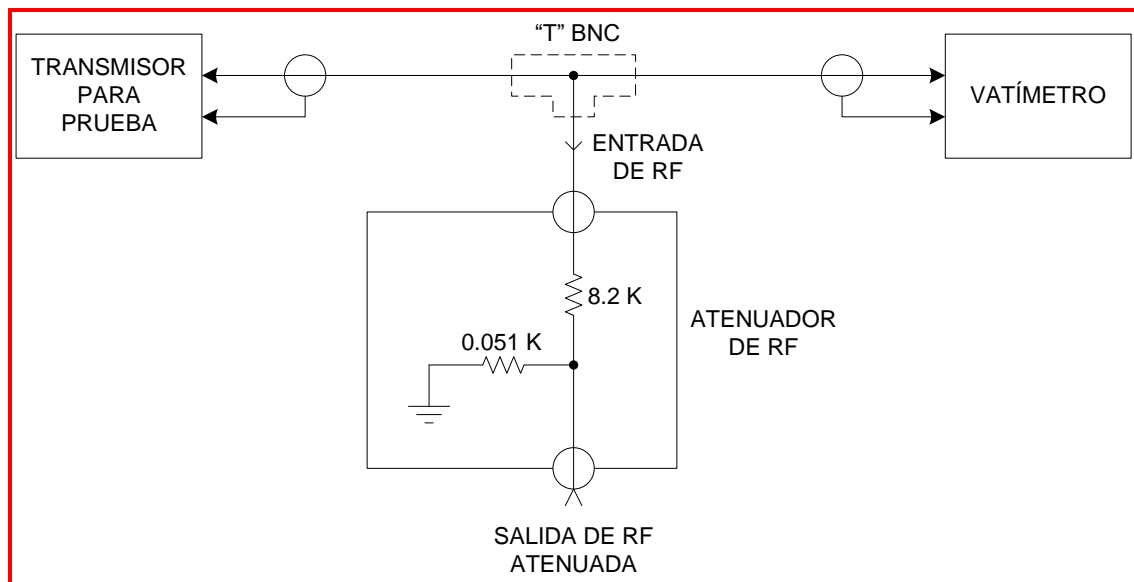


Figura 4.30 Atenuador de 40 dB.

4.2.4 DESCRIPCIÓN GENERAL PARA SEÑALES DE PRUEBA.⁴

- Cuando se trabaje con μV se recomienda el uso de un atenuador de 6 dB entre el generador de señales y el receptor. Ejemplo: Un receptor con 6 dB de relación señal más ruido a ruido ($S+N/N$) en $2 \mu\text{V}$ debe tener $1 \mu\text{V}$ de sensibilidad.
- Un modulador standard de señal de prueba esta en 0.4 VRMS , con tono de 1 KHz y circuito abierto, como se muestra en la figura 4.31.

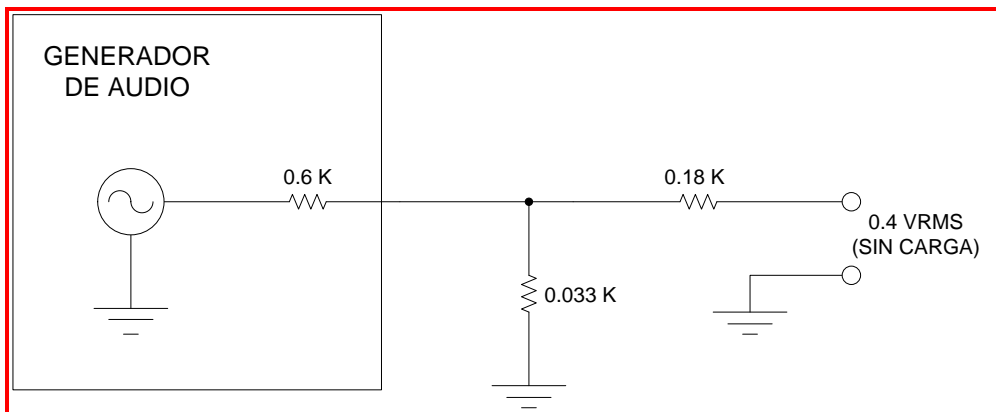


Figura 4.31 Circuito para prueba de mic.

- Una señal standard de audio para prueba esta en una portadora de RF, modulada en amplitud al 30 % en $1.000 \pm 100 \text{ Hz}$.

⁴ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

4.2.5 PROCEDIMIENTOS PARA COMPROBACIÓN DE PARÁMETROS.

Antes de proceder a comprobar los parámetros del transceptor, se recomienda realizar algunas consideraciones básicas con el fin de obtener un óptimo rendimiento en esta operación:

- Tenga a su alcance el manual para verificación operacional del transceptor KY 196A.
- Realice un chequeo de los terminales de conexión en la placa principal de circuito impreso del transceptor, eliminando polvo o humedad típica en estas partes.
- Coloque el transceptor sobre una superficie plana que le permita una posición estable al momento de realizar chequeos con las puntas de prueba de los diferentes instrumentos.
- Asegurese de que la posición del arnés del transceptor no dificulte el empleo y manipulación de los diferentes instrumentos, caso contrario el conector del KY 196A puede desconectarse en el momento menos indicado.
- Antes del encendido, verifique que los interruptores del equipo KY 196A y del banco de prueba estén en la posición de apagado (OFF y 0, respectivamente).

4.2.5.1 RECEPTOR.⁵

a. SENSITIVIDAD.

- Ingrese una señal de prueba al transceptor de 2 μ V. Deshabilite el compresor de audio conectando a tierra el pin 10 en el banco de prueba. Supervise el audio del receptor mientras quita la modulación.

Tabla 4.2 Valores de sensibilidad.

FRECUENCIA	S+N/N
118.000 MHz.	No menor a 6 dB.
126.975 MHz.	No menor a 6 dB.
136.975 MHz.	No menor a 6 dB.

- Para la prueba del silenciador: Ingrese una señal de prueba de 100 μ V a la unidad. Desactive el compresor de audio conectando a tierra el pin 10 en el banco de prueba. Supervise el audio del receptor mientras quita la modulación.

Tabla 4.3 Prueba del silenciador.

FRECUENCIA	SILENCIADOR
126.975 MHz.	No menor a 25 dB de S+N/N

⁵ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

b. CARACTERÍSTICAS DEL AGC.

- Con una señal de audio varíe desde 5 μV a 20.000 μV .

Tabla 4.4 Característica del AGC.

FRECUENCIA	CARACTERISTICA
126.975 MHz.	No mayor a 3 dB.

c. SELECTIVIDAD.

- Usando el voltaje AGC producido por una señal de referencia de 3 μV , mida y registre las frecuencias que reproduce el voltaje de referencia AGC en 6 dB y 60 dB por encima de la referencia de entrada.

Tabla 4.5 Frecuencias que reproduce el voltaje de referencia AGC.

FRECUENCIA	ANCHO DE BANDA	SOBRE:	BAJO:
126.975 MHz.	6 dB.	126.985 MHz.	126.965 MHz.
	60 dB.	126.995 MHz.	126.955 MHz.

d. GANANCIA DEL CONTROL DE VOLUME.

- Ingrese una señal de audio de 100 μV dentro de la unidad. Desactive el squelch halando la perilla de volumen y supervise la salida de audio, dentro de una carga de 500 Ω .

Tabla 4.6 Ganancia del control de volumen.

ESTADO DEL CONTROL	VOLTAJE
Al mínimo (CCW).	No mayor a 22 mV.
Al máximo (CW).	No menor a 7.07 V.

e. DISTORSIÓN DE AUDIO.

- Ingrese una señal de 100 mV modulada al 85 % entre 350 Hz y 2.500 Hz.

La distorsión no debe ser mayor al 15 % en 7.07 VRMS en 500 Ω.

La modulación esta referenciada a 1 KHz, con el compresor habilitado.

(Esta es una prueba opcional que requiere un analizador de distorsión).

Tabla 4.7 Porcentaje de distorsión.

FRECUENCIA	PORCENTAJE DE DISTORSIÓN
350 Hz.	No mayor al 15 %.
1 KHz.	No mayor al 15 %.
2.5 KHz.	No mayor al 15 %.

f. RESPUESTA DE AUDIO.

- Ingrese una señal de audio de 100 μV dentro de la unidad. Desactive el compresor de audio conectando a tierra el pin 10 en el banco de prueba.

Supervise la salida del receptor.

Tabla 4.8 Respuesta de audio.

FRECUENCIA	RESPUESTA
350 Hz.	No mayor a 6 dB.
1 KHz.	0 dB.
2.5 KHz.	No mayor a 6 dB.

g. COMPRESOR.

- Ingrese una señal de audio de 100 μ V dentro de la unidad. Varíe la modulación desde 30 % al 85 %.

Tabla 4.9 Compresor de audio.

MODULACIÓN	SEÑAL
Varíe del 30 % al 85 %.	No mayor a \pm 3dB.

h. SQUELCH.

- El ajuste del squelch debe ser realizado en el siguiente orden:
1. Ponga la unidad en 126.975 MHz.
 2. El Carrier/Noise squelch ponga en abierto con 2 μ V (+1 μ V; -0.5 μ V) y se cierra o corta a no mas de 4dB bajo el squelch abierto.
 3. Operación normal de la portadora de ruido Squelch.

4. Puesta la unidad en 126.975 MHz, inyecte una señal modulada de 8 KHz al 85% en la unidad. Abra la portadora squelch entre 6 y 25 μ V en cualquier canal.
5. Operación normal de la portadora squelch.
6. Intercom: No menor a 100 mW dentro de 500 Ω .
Ponga una señal de 100 mV a 1 KHz en la entrada del micrófono de intercomunicación (pin K).

4.2.5.2 TRANSMISOR.⁶

a. POTENCIA DE SALIDA DE RF.

- Conecte un vatímetro en la salida de antena del equipo y registre los siguientes valores:

Nota: La alimentación del equipo será con 27.5 VDC (Pin 12).

Tabla 4.10 Potencia de salida.

FRECUENCIA	POTENCIA	
	INSTANTANEA	DESPUES DE 2 MINUTOS
118.00 MHz.	16 Watts.	4 Watts.
126.97 MHz.	16 Watts.	4 Watts.
135.97 MHz.	16 Watts.	4 Watts.

⁶ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

- Ahora alimente el equipo con 22 VDC y registre los siguientes valores:

Tabla 4.11 Potencia de salida con 22 VDC.

FRECUENCIA	POTENCIA MÍNIMA
118.00 MHz.	4 Watts.
126.97 MHz.	4 Watts.
135.97 MHz.	4 Watts.

b. CAPACIDAD DE MODULACIÓN.

- Ingrese una señal de audio para prueba dentro del jack de micrófono.

1. Con el osciloscopio, mida la modulación en transmisión.

Tabla 4.12 Modulación en transmisión.

FRECUENCIA	MODULACIÓN
118.00 MHz.	No menor a 70 %.
126.97 MHz.	No menor a 70 %.
135.97 MHz.	No menor a 70 %.

2. Nivel de ruido de la portadora:

- Module la portadora al 70 % en 1000 Hz.

Tabla 4.13 Nivel de ruido de la portadora.

FRECUENCIA	NIVEL DE RUIDO
118.00 MHz.	No menor a 40 dB.
126.97 MHz.	No menor a 40 dB.
135.97 MHz.	No menor a 40 dB.

3. Distorsión de audio demodulado:

- Esta es una prueba opcional que requiere un analizador de distorsión.

Tabla 4.14 Distorsión de audio.

FRECUENCIA	DISTORSIÓN
118.00 MHz.	No menor a 40 dB.
126.97 MHz.	No menor a 40 dB.
135.97 MHz.	No menor a 40 dB.

4. Respuesta de audio en tono lateral:

- Ingrese una señal standard del modulador, excepto el voltaje de 0.2 VRMS por el jack MIC, supervise la salida de audio.

Tabla 4.15 Respuesta de audio en tono lateral.

FRECUENCIA	RESPUESTA
350 Hz.	No mayor a 6 dB.
1 KHz.	0 dB.
2.5 KHz.	No mayor a 6 dB.

c. ESTABILIDAD DE FRECUENCIA.

- Se debe medir después de un período de 2 horas de apagado el equipo, y no debe ser mayor a ± 200 Hz.

4.3 MANUAL PARA LA CALIBRACIÓN DEL TRANSCPTOR KY 196A.

La calibración del transceptor KY 196A se la realiza a través de un procedimiento de alineación de los diferentes dispositivos internos de las etapas que conforman el equipo. Este procedimiento de calibración se lo realiza básicamente por dos motivos:

1. Anualmente, debido a la exigencia determinada por la FAA, bajo la supervisión de la Dirección General de Aviación Civil en cada país.
2. Al presentar el equipo reportes de discrepancias en su funcionamiento operacional.

4.3.1 PROCEDIMIENTO DE ALINEACIÓN.

4.3.1.1 AJUSTE INICIAL DE LOS CONTROLES.⁷

Tabla 4.16 Ajuste inicial de los controles.

CONTROLES	FUNCIÓN	AJUSTE
R176	Squelch.	Max. CW.
R267	Modulación.	Max. CW.
R184	Ajuste de la portadora Squelch.	Max. CCW.
R221	Tono lateral.	Medio rango.
R1009	Ganancia de micrófono.	Medio rango.
S901	Control de volumen.	Max. CCW (Apagado).
S901	Interruptor de prueba Squelch.	Afuera (Posición de prueba).

4.3.1.2 PRUEBA DEL REGULADOR DE VOLTAJE.¹

Conecte el equipo a la carga de RF y aplique alimentación, gire el control de volumen R802 en sentido CW hasta la posición de rango medio y:

- a. Mida el voltaje en TP103 y ajuste R189 hasta 9 ± 0.1 V.

⁷ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

- b. Mida el voltaje en TP104 y observe 5 ± 0.25 V.
- c. Mida el voltaje en E938 y observe 90 ± 5 V.
- d. Mida el voltaje en E910 y observe -90 ± 5 V.

4.3.1.3 AJUSTE DEL VCO.¹

Sintonice el transceptor en 135.975 MHz y pongalo en modo transmisión.

- a. Ajuste la frecuencia VCO en E143 a 135.975 MHz usando C134. Esto debe hacerse dentro de los primeros 60 segundos de encendido el equipo.
- b. Ponga la unidad en modo receptor y lea el voltaje en TP102 y ajuste T105 a 7.1 V.

4.3.1.4 TRANSMISOR.¹

a. POTENCIA.

- Ajuste R256 hasta obtener 16 Watts de potencia mínima en el transceptor.

b. AJUSTE DEL MODULADOR.

- Sintonice el equipo en 128.50 MHz. aplique una señal de prueba de 0.4 V a 1 KHz por la entrada de micrófono y luego transmita.

¹ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

1. Observe la salida de RF demodulada en un osciloscopio y ajuste R1009 al 85 % de modulación.
2. Ajuste R267 al 70 % de modulación y verifique en 118.000 MHz y 135.975 MHz y reajuste solamente si la modulación es menor al 70 %.

c. AJUSTE DEL TONO LATERAL.

- Aplique una señal de prueba de 0.4 V a 1KHz por la entrada de micrófono y transmita. Ahora ajuste R221 hasta obtener 4 mW de audio dentro de una carga de 500 Ω .

4.3.1.5 RECEPTOR.⁸

a. AJUSTE DEL RUIDO SQUELCH.

- Aplique 2.0 μ V de RF modulada al 30 % con 1 KHz al transceptor y ajuste R176 en sentido CW hasta que en el receptor desaparezca el ruido y se presente señal de audio.

b. AJUSTE DE LA PORTADORA SQUELCH.

- Aplique una señal de 128.50 MHz y 12.5 μ V en el conector de antena del equipo, modulada al 85 % en 8 KHz y suavemente ajuste R184 hasta que desaparezca el ruido y se presente señal de audio.

⁸ Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 ANÁLISIS ECONÓMICO.

El análisis económico tiene el objetivo de identificar en precio y cantidad cada uno de los elementos empleados en la construcción de este proyecto tanto práctico como teórico. Cabe resaltar que en la selección de los componentes del banco de prueba ha primado la calidad de los mismos con la finalidad de construir un producto digno de las mejores empresas proveedoras de esta clase de equipos.

Todo el material utilizado para la construcción del banco de prueba se lo ha clasificado en tres grupos, en los dos primeros se detalla tanto el material para la estructura como para la constitución interna del banco y el tercero abarca todo lo relacionado al material de oficina necesario para la impresión del contenido teórico de este proyecto. Seguidamente se describe los grupos mencionados:

- Material eléctrico y electrónico del banco de prueba.

- Materiales para la estructura del banco de prueba.

- Material de oficina.

5.1.1 MATERIAL ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO DEL BANCO DE PRUEBA.

Tabla 5.1 Material eléctrico y electrónico.

DESCRIPCIÓN	VALOR/UNIT.	VALOR/TOT.
20 mt. de cable flexible	0.25	5.00
01 Voltímetro de panel de 0 a 30 VDC.	30.00	30.00
01 Amperímetro de panel de 0 a 30 ACC.	30.00	30.00
01 Parlante de 12 Watts.	8.50	8.50
01 Conector especial de 24 pines (KY 196A)	10.00	10.00
01 Conector especial de 19 pines (banco)	18.00	18.00
02 Lámparas piloto de 28 VDC.	0.50	1.00
01 Fusible con porta fusible.	0.50	0.50
10 Jacks pequeño tipo banana	0.20	2.00
02 Jacks grande tipo banana	0.30	0.60
01 Interruptor SPDT	2.50	2.50
01 Interruptor pulsador N. A.	2.20	2.20
02 Jacks (Audio y micrófono)	0.80	1.60
02 Resistencias de 250 Ω	0.10	0.20
20 Terminales para cable	0.25	5.00
SUB-TOTAL 1		\$ 117.10

5.1.2 MATERIALES PARA LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBA.

Tabla 5.2 Material para la estructura.

DESCRIPCIÓN	VALOR
1/4 Plancha de aluminio 2024T3 de 0.25'	20.00
1/4 Litro de Primer (revestimiento)	5.00
1/4 Litro de pintura Poliuretano gris	6.00
23 Placas de identificación	30.00
SUB-TOTAL 2	\$ 61.00

5.1.3 MATERIAL DE OFICINA.

Tabla 5.3 Material de oficina.

DESCRIPCIÓN	VALOR/UNIT.	VALOR/TOT.
250 Horas de alquiler de computadora.	0.60	150.00
15 Horas de Internet	0.90	13.50
180 Impresiones en negro	0.10	18.00
60 Impresiones a color	0.20	12.00
03 Empastados de tesis	10.00	30.00
SUB-TOTAL 3		\$ 223.50

5.2 VALOR TOTAL DE CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBA.

Por último, se elabora una tabla que puntualiza el valor total del banco de prueba.

Tabla 5.4 Valor total de construcción.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Material eléctrico y electrónico	117.10
Material para la estructura	61.00
Material de oficina	223.50
VALOR TOTAL	\$ 401.60

El presupuesto requerido para la construcción del banco de prueba es de \$401.60 USD, cantidad mínima comparada con la que se exige por un equipo similar en las empresas proveedoras.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones.

- La construcción de un banco de prueba exige un completo entendimiento de la teoría de operación del equipo para el cual esta diseñado, ya que se requiere obtener información acerca del equipo en manuales, órdenes técnicas y páginas electrónicas, así como, en el personal técnico que aportan con importantes conceptos debido a su experiencia en este campo.
- El funcionamiento del equipo conectado al banco de prueba no presenta ninguna anomalía, lo cual indica que el diseño y construcción han sido realizados correctamente.
- El valor económico que representa el banco de prueba es de \$ 401.60 USD costo que es sumamente bajo en comparación con el valor exigido por compañías extranjeras proveedoras de estos equipos.
- La verificación operacional y calibración del equipo transceptor será mucho más factible, no se necesita energizar la aeronave ni asumir el riesgo que implica esta acción, basta con sacar el equipo y llevarlo al laboratorio para realizar este tipo de pruebas.

- Con la construcción de este proyecto se da un paso más en el campo tecnológico, demostrando que para ello no es necesario estar rodeado siempre de los últimos avances y costosísimos equipos, sin dejar de reconocer que a veces son necesarios.

6.2 RECOMENDACIONES.

- Para poner en funcionamiento el banco de prueba se debe hacerlo con la ayuda del manual elaborado para tal efecto.
- Maniobre con cuidado al trasladar el banco de prueba de un lugar a otro, ya que podría sufrir algún tipo de maltrato involuntario que puede alterar o dañar principalmente los instrumentos analógicos de medición.
- Una vez que la aeronave sea encendida completamente y estabilizado su sistema de generación eléctrica, se debe encender el equipo transceptor con el fin de proteger el estado de los circuitos y extender su tiempo de vida operativa.
- Se debe realizar la capacitación al personal técnico sobre todas las facilidades que brinda el banco de prueba, así como manejo, operación y normas de seguridad, con el objetivo de utilizarlo eficientemente.
- Supervise el estado del banco de prueba periódicamente, utilice un limpia contactos adecuado y guarde el arnés en un lugar de fácil acceso.

- Para la verificación operacional y calibración del equipo es imprescindible contar con los respectivos manuales, así como entender la teoría de operación del transceptor.

- Por parte de la Fuerza Naval se debe incentivar a sus miembros para que fomenten este y otra clase de proyectos similares, que sin lugar a dudas ayudan a fortalecer los conocimientos técnicos del personal, así como el área técnica de sus diferentes repartos.

- Finalmente para seguir creciendo como personas de bien, como institución y como país, jamás debemos conformarnos con los logros alcanzados en el presente, será deber irrenunciable proyectarnos hacia un futuro que nos permita vivir con la satisfacción de ser útiles y de provecho en cada una de las funciones que nos toque desempeñar.

BIBLIOGRAFÍA

- General Aviation Avionics Division (1992). Maintenance Manual KY 196A VHF Communications Transceivers. Kansas. BENDIX KING.

- Academia Interamericana de las Fuerzas Aéreas (2002). Instrucciones de laboratorio. Texas. Departamento de la Fuerza Aérea de los EE.UU.

- Charles L. Alley & Kenneth W. Atwood (1989). Biblioteca de Ingeniería Electrónica. Primera Edición New York. Editorial LIMUSA.

- Albert Paul Malvino (1999). Principios de Electrónica. Sexta Edición España. Mc GRAW - HILL

- <http://www.bendixking.com>

- <http://es.wikipedia.org/wiki/>

- <http://www.siste.com.ar/principal.htm>

- <http://www.divulcat.com/enciclopedia/radio>