

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE ELECTRÓNICA

**IMPLEMENTACION DE UN SIMULADOR GENERADOR DE SEÑAL
GLIDE SLOPE Y UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN +12VCC PARA
EL BANCO DIDÁCTICO DEL GLIDE SLOPE/MARKER BEACOM DEL
LABORATORIO DE AVIÓNICA DEL ITSA.**

POR:

CBOS. TEC. AVC. PANCHI GUAMANGALLO CRISTIAN SANTIAGO

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

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

2010

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. Cbos. Tec. Avc. PANCHI GUAMANGALLO CRISTIAN SANTIAGO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.

Ing. Suárez Carlos

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, 12 de Octubre del 2010

DEDICATORIA

El ser humano ríe satisfecho, cuando estudia y trabaja por la paz, el diálogo y la justicia, algo de ello me sustraje para potenciar y presentar mi tesis, que la debo: a mi Dios que es el hacedor y guía de mi vida, a mis padres quienes con su infinito apoyo incondicional supieron guiarme en el camino del estudio para alcanzar una profesión y me impulsaron para hoy dar por terminado a uno de mis anhelos. A ellos dedico este proyecto fruto de su sacrificio y esfuerzos contantes.

A los Docentes que con exigencia y sacrificio, supieron inculcarme valores y conocimientos que fueron herramientas esenciales para la obtención de este título académico y forjar en mí un ser útil a la patria y la sociedad.

Cbos. Cristian Santiago Panchi Guamangallo

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a todos los docentes del ITSA que me han inculcado sus conocimientos y han permitido que me forme como una persona profesional al servicio de los demás, y en especial al Ing. Suarez Carlos por haberme ayudado con su asesoramiento para la realización de este proyecto de graduación.

También agradezco a mis padres y a Dios por darme la vida y enseñarme a luchar día a día para alcanzar mis objetivos.

Cbos. Cristian Santiago Panchi Guamangallo

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---------------------------------|-----|
| Página de título o portada..... | I |
| Certificación..... | II |
| Dedicatoria..... | III |
| Agradecimiento..... | IV |

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--------------|---|
| Resumen..... | 1 |
| Summary..... | 3 |

CAPITULO I

EL TEMA

| | |
|---------------------------------|---|
| 1.1 Antecedentes | 5 |
| 1.2 Justificacion e importancia | |
| 1.3 Objetivos | 7 |
| 1.3.1 Objetivos General | |
| 1.3.2 objetivos Específicos | |
| 1.4 Alcance | |

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|---|----|
| 2.1 Introducción..... | 8 |
| 2.2 Sistema ILS (Sistema de Aterrizaje por Instrumentos)..... | 10 |
| 2.2.1 Principio de funcionamiento | |
| 2.2.2 Características..... | 11 |
| 2.2.3 Estructura del ILS..... | 12 |
| 2.2.3.1 Localizador | |
| 2.2.3.2 Glide Slope..... | 13 |

| | |
|---|----|
| 2.2.3.2.1 Radiación | |
| 2.2.3.2.2 Diferencia de la Profundidad de modulación | |
| 2.2.3.2.3 Tipos de antena usados en tierra..... | 14 |
| 2.2.3.3 Marker Beacom o Marcadores..... | 17 |
| 2.2.3.3.1 Tipos | |
| 2.3 Equipo de a bordo del ILS..... | 18 |
| 2.3.1 Antena | |
| 2.3.2 Receptores..... | 19 |
| 2.3.3 Indicador de agujas cruzadas..... | 20 |
| 2.3.4 Receptores de radiobalizas VHF..... | 21 |
| 2.4 Modulo Didáctico de Aviación GLIDE SLOPE..... | 22 |
| 2.4.1 Glide Slope | |
| 2.4.2 Receptor de la Collins VIR-30..... | 24 |
| 2.4.2.1 Características | |
| 2.4.2.2 Especificaciones..... | 25 |
| 2.4.2.3 Receptor Glide Slope | |
| 2.4.2.4 Receptor Glide Slope A1, instrumentacion y teoria funcional | |
| 2.4.3 Control VHF 313-4D..... | 29 |
| 2.4.3.1 Descripción del equipo | |
| 2.4.3.2 Operación..... | 30 |
| 2.4.3.3 Principio de operación..... | 31 |
| 2.4.4 Indicador IND-350..... | 32 |
| 2.4.4.1 Especificaciones del equipo..... | 34 |
| 2.5 Fuente de alimentación VCD..... | 35 |
| 2.5.1 Fusible | |
| 2.5.2 Transformador reductor | |
| 2.5.3 Rectificador de onda completa..... | 36 |
| 2.5.4 Circuito integrado lineal NTE970..... | 37 |
| 2.5.4.1 Características | |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.5.5 | Condensador electrolítico | |
| 2.5.6 | Condensador Cerámico..... | 38 |
| 2.5.7 | Resistencia..... | 39 |
| 2.5.8 | Potenciómetro | |
| 2.5.9 | Placa baquelita perforada..... | 40 |
| 2.5.10 | Cable ms22759/16-22-9, tefzel insulation | |
| 2.6 | LabVIEW 8.6..... | 40 |
| 2.6.1 | Introducción | |
| 2.6.2 | El ambiente de LabVIEW 8.6..... | 41 |
| 2.6.3 | Instrumentos Virtuales..... | 42 |
| 2.6.3.1 | Panel Frontal | |
| 2.6.3.2 | Barra de Herramientas del Panel Frontal..... | 43 |
| 2.6.3.3 | Diagrama de bloques..... | 45 |
| 2.6.3.4 | Barra de Herramientas del Diagrama de bloques..... | 46 |
| 2.6.3.5 | Uso del panel frontal y el diagrama de bloques | |
| 2.6.4 | Paletas..... | 47 |
| 2.6.4.1 | Paletas de Herramientas | |
| 2.6.4.2 | Paletas de Controles y Funciones..... | 49 |
| 2.6.4.3 | Paleta de Controles | |
| 2.6.4.4 | Paleta de Funciones..... | 50 |
| 2.6.5 | Controles e Indicadores | 51 |
| 2.6.5.1 | Controles numéricos | |
| 2.6.5.2 | Indicadores numéricos | |
| 2.6.5.3 | Controles Booleanos | |
| 2.6.5.4 | Indicadores Booleanos..... | 52 |
| 2.6.6 | Estructuras | |
| 2.6.6.1 | While Loop..... | 53 |
| 2.6.6.2 | Estructura For Loop | |
| 2.6.6.3 | Estructura Case..... | 54 |
| 2.6.6.4 | Estructura Sequence | |

| | |
|--|----|
| 2.7 Tarjeta Multifunción DAQ NI PCI-6014..... | 55 |
| 2.7.1 Características | |
| 2.7.2 Especificaciones..... | 56 |
| 2.8 Modulo SC-2075..... | 57 |
| 2.8.1 Características..... | 58 |
| 2.9 Generador de Señal Sintetizado 8656B | |
| 2.9.1 Precisos de control de salida..... | 59 |
| 2.9.2 Versátil modulación..... | 60 |
| 2.10 Generador de señal de aviónica VOR/ILS 479S-6A. | |
| 2.10.1 Especificaciones..... | 61 |
| 2.10.2 Generador ILS (Localizador/Senda de planeo) | |

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA

| | |
|--|----|
| 3. Banco Didáctico de Aviación Glide Slope..... | 62 |
| 3.1 Equipos que conforma el Sistema de Aviación Glide Slope | |
| 3.1.1 Implementacion de la Fuente de poder..... | 63 |
| 3.1.2 Tarjeta Glide Slope..... | 66 |
| 3.1.2.1 Teoría Funcional del Receptor Glide Slope..... | 67 |
| 3.1.3 Teoría Funcional Control VHF 313-4D..... | 73 |
| 3.1.4 Teoría Funcional Indicador IND-350..... | 78 |
| 3.1.4.1 Verificación del funcionamiento de la barra de desviación..... | 79 |
| 3.1.4.2 Bandera de amonestación NAV | |
| 3.2 Conexiones entre los equipos del Banco Didáctico Glide Slope..... | 82 |
| 3.2.1 Conexion: Fuente de poder, Control VHF, Tarjeta G/S e IND 350 | |
| 3.3 Construcción del Generador de Señal Glide Slope..... | 88 |
| 3.3.1 La modulación de amplitud en el ILS..... | 89 |
| 3.3.3 Elaboración del Generador Glide Slope..... | 92 |
| 3.3.3.1 Generación de la señal CSB a través del LabVIEW 8.6. | |
| 3.3.3.2 Simulación del movimiento de la aeronave..... | 97 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.3.3.3 | Programación y simulación del indicador IND-350..... | 100 |
| 3.3.3.4 | Simulación de la banderola NAV en el Indicador IND-350..... | 102 |
| 3.3.3.5 | Recepción de la Señal CSB mediante la tarjeta DAQ..... | 104 |
| 3.3.4 | Modulación de la señal CSB de la tarjeta DAQ con el Generador de Señal Sintetizado..... | 106 |
| 3.3.4.1 | Parámetros de la Modulación en el Generador de Señal Sintetizado..... | 107 |
| 3.3.4.2 | Parámetros de la Frecuencia en Generador de Señal Sintetizado..... | 108 |
| 3.3.4.3 | Parámetros de la Amplitud en Generador de Señal Sintetizado..... | 110 |
| 3.4 | Estudio Técnico, Legal y Económico..... | 112 |
| 3.4.1 | Estudio Técnico | |
| 3.4.2 | Estudio Legal..... | 113 |
| 3.4.3 | Estudio Económico | |

CAPÍTULO IV

| | | |
|-----|---------------------------|-----|
| 4.1 | Conclusiones..... | 118 |
| 4.2 | Recomendaciones..... | 119 |
| | Glosario de términos..... | 120 |
| | Abreviaturas..... | 125 |
| | Bibliografía..... | 127 |
| | Anexos..... | 127 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 2.0 Especificaciones del equipo receptor VIR- 30..... | 25 |
| Tabla 2.1 Frec. de Localizador y Frec. apareada del Glide Slope..... | 26 |
| Tabla 2.2 Descripción del Control VHF 313N-4D..... | 30 |
| Tabla 2.3 Operaciones de Control VHF 313N-4D | |
| Tabla 2.4 Códigos binarios 2-Out-of-5..... | 32 |
| Tabla 2.5 Especificaciones del equipo IND-350..... | 34 |
| Tabla 2.6 Características del cable ms22759/16-22-9..... | 40 |
| Tabla 2.7 Especificaciones Tarjeta DAQ Multifunción NI PCI-6014..... | 56 |
| Tabla 3.0 Funciones de los pines..... | 75 |
| Tabla 3.1: Conexiones entre el Control VHF y la Tarjeta G/S..... | 83 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.0 Sistema de Aterrizaje por Instrumentos (ILS)..... | 10 |
| Figura 2.1 Aterrizaje realizado mediante la utilización del sistema ILS..... | 11 |
| Figura 2.2 Sistema de aterrizaje por instrumentos ILS..... | 12 |
| Figura 2.3 Glóbulos de salida del Localizador..... | 13 |
| Figura 2.4 Señal del Glide Slope..... | 14 |
| Figura 2.5 Antena NULL REFERENCE..... | 15 |
| Figura 2.6 Antena SIDE BAND REFERENCE..... | 16 |
| Figura 2.7 Antena CAPTURE EFFECT | |
| Figura 2.8 Señales de salida del Marker Beacom..... | 18 |
| Figura 2.9 Indicador de agujas cruzadas..... | 20 |
| Figura 2.10 Indicador del Glide Slope | |
| Figura 2.11 Indicador del Marker Beacom..... | 22 |
| Figura 2.12 Señal Glide Slope o Senda de Planeo..... | 23 |
| Figura 2.13 De izquierda a derecha, el avión está sobre, en y debajo de la trayectoria de deslizamiento. | |

| | | |
|---------------------|---|----|
| Figura 2.14 | Diagrama de bloque del Receptor Glide Slope..... | 28 |
| Figura 2.15 | Controles de operación..... | 31 |
| Figura 2.16 | Sistema de selección básico dos-fuera-de-cinco..... | 32 |
| Figura 2.17 | Indicador IND-350, Controles e Indicadores..... | 33 |
| Figura 2.18 | Fusible de 2.5 A..... | 35 |
| Figura 2.19 | Puente de diodo de onda completa..... | 36 |
| Figura 2.20 | NTE970..... | 37 |
| Figura 2.21 | Cuadro de diálogo de LabVIEW 8.6..... | 41 |
| Figura 2.22 | Panel Frontal..... | 43 |
| Figura 2.23 | Barra de herramientas del panel frontal | |
| Figura 2.24 | Diagrama de Bloques..... | 45 |
| Figura 2.25 | Barra de herramientas del diagrama de bloques..... | 46 |
| Figura 2.26 | Paleta de herramientas..... | 47 |
| Figura 2.27 | Paleta de controles..... | 49 |
| Figura 2.28 | Paleta de funciones..... | 50 |
| Figura 2.29 | Control numérico..... | 51 |
| Figura 2.30 | Indicador numérico | |
| Figura 2.31 | Control booleano | |
| Figura 2.32 | Indicador booleano..... | 52 |
| Figura 2.33 | Tipos de estructuras | |
| Figura 2.34 | Estructura While Loop..... | 53 |
| Figura 2.35 | Estructura For Loop | |
| Figura 2.36 | Estructura Case..... | 54 |
| Figura 2.37 | Estructura Sequence | |
| Figura: 2.38 | Partes de una NI PCI-6014..... | 57 |
| Figura 3.0 | Esquema de la fuente de +28 VCC..... | 64 |
| Figura 3.1 | Diagrama de Bloque del Receptor Glide Slope..... | 70 |
| Figura 3.2 | Diagrama del Receptor Glide Slope1..... | 71 |
| Figura 3.3 | Diagrama del Receptor Glide Slope2..... | 72 |
| Figura 3.4 | Diagrama electrico del Control VHF 313-4D..... | 74 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3.5 Operación del Glide Slope..... | 78 |
| Figura 3.6 Distribución de Pines del IND-350..... | 80 |
| Figura 3.7 Diagrama de bloques del Modulo Didáctico de Aviación Glide Slope..... | 82 |
| Figura 3.8 Conexión interna de las partes que conforma el Sistema de Glide Slope..... | 86 |
| Figura 3.9: Señal CSB (Carrier and Side Band)..... | 89 |
| Figura 3.10: Suma de las Bandas Laterales de la señales de 90 y 150 Hz..... | 90 |
| Figura 3.11: Balance de modulación de la CSB o la curva del beso..... | 91 |
| Figura 3.12 Selección del control Pointer Slide..... | 93 |
| Figura 3.13 Rango de operación del Pointer Slide | |
| Figura 3.14 Operación para obtener las amplitudes de los 90 y 150 Hz..... | 94 |
| Figura 3.15 Diagrama de Flujo de la programación | |
| Figura 3.16 Selección del ícono Sine Waveform..... | 95 |
| Figura 3.17 Selección del ícono Sine Waveform | |
| Figura 3.18 Selección del ícono Waveform Graph..... | 96 |
| Figura 3.19 Selección del ícono Waveform Graph | |
| Figura 3.20 Señal de salida CSB..... | 97 |
| Figura 3.21 Importación de una imagen para la simulación al Panel Frontal..... | 98 |
| Figura 3.22 Cuadro de diálogo del Control Pointer Slide..... | 99 |
| Figura 3.23 Simulación del movimiento de la aeronave | |
| Figura 3.24 Programación del Indicador IND-350..... | 100 |
| Figura 3.25 Importación de una imagen para el IND-350..... | 101 |
| Figura 3.26 Indicador IND-350 listo para la simulación | |
| Figura 3.27 Indicador Booleano para la simulación de la banderola NAV..... | 102 |
| Figura 3.28 Implantación de la imagen NAV sobre el indicador booleano..... | 103 |
| Figura 3.29 Indicador IND-350 listo para la simulación del programa | |
| Figura 3.30 Simulación del proceso Glide Slope..... | 104 |
| Figura 3.31 Lectura de la señal CSB por medio de la tarjeta DAQ..... | 105 |
| Figura 3.32 Configuración de los parámetros del ícono DAQ Assistant | |

INDICE DE FOTOS

| | | |
|------------------------|---|----|
| Fotografia 2.0 | Antena Glide Slope del Avión C-130B..... | 19 |
| Fotografia 2.1 | Receptor de Navegación VIR-32 | |
| Fotografia 2.2 | Receptor de navegación VIR-30..... | 24 |
| Fotografia 2.3 | Control VHF 313N-4D..... | 29 |
| Fotografia 2.4 | Transformador Reductor 115 VAC a 24 VAC..... | 36 |
| Fotografia 2.5 | Condensador electrolítico de 1000 µf a 35 V..... | 38 |
| Fotografia 2.6 | Condensador cerámico 1.0 µf a 50 V | |
| Fotografia 2.7 | Resistencia de 240Ω de la fuente +28VCC..... | 39 |
| Fotografia 2.8 | Tarjeta DAQ Multifunción NI PCI-6014..... | 55 |
| Fotografia 2.9 | Modulo SC-2075..... | 58 |
| Fotografia 2.10 | Generador de Señal Sintetizado..... | 59 |
| Fotografia 2.11 | Generador de Señal VOR/ILS 479S-6 A..... | 60 |
| Fotografia 3.0 | Fuente de alimentación de computadora..... | 63 |
| Fotografia 3.1 | Construcción de la fuente de +28 VCC..... | 65 |
| Fotografia 3.2 | Fuente de +28 VCC terminada e instalada en el Banco Didáctico | |
| Fotografia 3.3 | Instalación de las fuentes de alimentación en el Banco Didáctico...66 | |
| Fotografia 3.4 | Tarjeta Glide Slope del Receptor de Navegacion VIR-30..... | 67 |
| Fotografia 3.5 | Conector del Control VHF 313-4D con sus pines de salida..... | 76 |
| Fotografia 3.6 | Instalación del Control VHF 313-4D en el Banco Didactico1..... | 77 |
| Fotografia 3.7 | Instalación del Control VHF 313-4D en el Banco Didactico2 | |
| Fotografia 3.8 | Entrada del conector al indicador IND-350..... | 81 |
| Fotografia 3.9 | Conector del indicador IND-350 | |
| Fotografia 3.10 | Conector del Control VHF 313-4D..... | 83 |
| Fotografia 3.11 | Control VHF 313-4D con su conector y salida de pines..... | 84 |
| Fotografia 3.12 | Conexión de los voltajes de la Fuente de CC hacia los equipos del Sistema Glide Slope..... | 85 |
| Fotografia 3.13 | Conexion de Cables entre el Control VHF y el VIR-30..... | 87 |
| Fotografia 3.14 | Indicador IND-350 con su respectivo conector | |

| | |
|---|-----|
| Fotografía 3.15 Generador de Señal Glide Slope..... | 88 |
| Fotografía 3.16 Comunicación entre el Software LabVIEW 8.6 y la tarjeta DAQ ... | 106 |
| Fotografía 3.17 Generador de Señal Sintetizado 8656B..... | 107 |
| Fotografía 3.18 Generador de Señal con los parámetros de Modulación..... | 108 |
| Fotografía 3.19 Teclas para la variación de la frecuencia..... | 109 |
| Fotografía 3.20 Frecuencia impresa en el Generador de Señal Sintetizado | |
| Fotografía 3.21 Amplitud impresa en el Generador de Señal Sintetizado..... | 110 |
| Fotografía 3.22 Generador de Señal con los parámetros seleccionados..... | 111 |
| Fotografía 3.23 Señal de salida Glide Slope del Generador de Señal Sintetizado | |
| Fotografía 3.24 Operación del Modulo Didactico Glide Slope desde el LabVIEW8..... | 112 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo A: Investigación del Problema (ANTEPROYECTO)..... | 129 |
| Anexo B: Manual Del Usuario..... | 176 |
| Anexo C: Manual de Mantenimiento..... | 188 |
| Anexo D: Manual de Posibles Fallas y Soluciones..... | 189 |
| Anexo E: Desmontaje del Banco Didactico Glide Slope/Marker Beacom..... | 190 |
| Anexo F: Tarjeta G/S VIR-350 y Control de Frecuencia reemplazadoS..... | 191 |
| Anexo G: Montaje y conexión de los equipos que conforman el Banco DIDÁCTICO GLIDE SLOPE/MARKER BEACOM..... | 192 |

RESUMEN

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), es un Instituto de Educación Superior el cual capacita y profesionaliza al personal civil y alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (ETFAs) formando a los futuros tecnólogos aeronáuticos en sus diferentes especialidades.

Conocimientos que se ven plasmados en el presente proyecto a través de la implementación de un Generador de Señal Glide Slope y una fuente de alimentación con los diferentes voltajes para el Banco Didáctico GLIDE SLOPE/MARKER BEACON el cual nace a partir de una investigación desarrollada en el Laboratorio de Aviónica del ITSA, donde se determinó que dicho Módulo Didáctico desde su procedencia no ha tenido un mantenimiento adecuado y el Generador de Señal G.S. necesario para su correcto funcionamiento no existe, siendo una de las soluciones la elaboración del presente proyecto el cual consta de cuatro capítulos, distribuidos de la siguiente manera:

El capítulo I, describe de forma directa al tema del presente proyecto de investigación, en donde se manifestara sus antecedentes, su justificación, el planteamiento de objetivos y su alcance, de tal manera que se conozca su origen e importancia del funcionamiento de este módulo didáctico.

El capítulo II, comprende el fundamento teórico en donde se hace una breve síntesis de información acerca de los elementos técnicos a implementarse, además señalaremos algunos aspectos y características de la tarjeta G.S., el Indicador IND-350 y el Control VHF 313-4D que componen en conjunto el sistema del Glide Slope obteniendo información directamente de sus Ordenes Técnicas, de tal manera que construyamos unos cimientos sólidos para la realización del proyecto.

En el capítulo III, consta el desarrollo del tema en donde se presenta de manera pormenorizada las fases del trabajo realizado para la reactivación del Módulo Didáctico, la implementación de una fuente de alimentación con los voltajes requeridos y un Simulador Generador de Señal Glide Slope a través del software de programación gráfica LabVIEW 8.6 y un Generador de Señal Sintetizado existente en el Laboratorio Digital, lo que permita ponerlo en funcionamiento y pueda servir como medio de instrucción para los futuros alumnos del ITSA.

En el capítulo IV, detalla las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el transcurso de la implementación del trabajo de graduación, apuntando como resultado la funcionalidad del Módulo Didáctico Glide Slope.

Como parte final la bibliografía, el glosario de términos, las abreviaturas y los anexos para la mejor comprensión del trabajo de graduación realizado en el desarrollo del transcurso del tiempo.

SUMMARY

The Aeronautical Technological Superior Institute (ITSA) is an Institute of Superior Education which enables and professionalize to the civil personnel and students of the Technical School of the Ecuadorian Air Force (ETFAs) forming to the future aeronautical technologists in its different specialties.

Knowledge that are shaped in the present project through the implementation of a Generator of Signal Glide Slope and a power supply with the different voltages for Bank Didactic GLIDE SLOPE/MARKER BEACON who are born from one developed investigation in the Laboratory of Avionics of the ITSA, where it determined that this Didactic Module from its origin does not have had a suitable maintenance and the Generator of Signal G.S. necessary for its correct operation does not exist, being one of the solutions the elaboration of the present project which consists of four chapters, distributed of the following way:

Chapter I, describes of direct form to the subject of the present project of investigation, in where it pronounced his antecedents, their justification, the exposition of objectives and its reach, in such a way that it knows his origin and importance of operation of this didactic module.

Chapter II, includes the theoretical foundation in where is make a brief synthesis of information about the technical elements implement, in addition we will indicate some aspects and characteristics of card G.S., the IND-350 Indicator and the VHF Control 313-4D that altogether composes the system of the Glide Slope obtaining information directly of their Technical Orders, in such a way that we construct solid foundations for the accomplishment of the project.

In chapter III, consists the development of the subject in where it present of detailed way the phases of the work make for the reactivation of the Didactic Module,

the implementation of a power supply with the required voltages and a Generating Simulator of Signal Glide Slope through software of graphical programming LabVIEW 8,6 and Generator of Signal Synthesized existing in the Digital Laboratory, which allows to put it in operation and can serve like means of instruction for the future students of the ITSA.

In chapter IV, it details conclusions and recommendations obtained in the course of the implementation of the work of graduation, aiming like result the functionality of the Didactic Module Glide Slope.

Like final part the bibliography, the glossary of terms, the abbreviations and the annexes for the best understanding of the work of graduation make in the development of the course of the time.

CAPÍTULO I

1.1 Antecedentes

Se investigó que en el Laboratorio de Aviónica del ITSA en el cual existen tres Módulos Didácticos de los Sistemas de Aviación los cuales fueron adquiridos hace aproximadamente cinco años y medio por la compañía ecuatoriana TECGRALI asentada en la ciudad de Quito, los cuales desde su procedencia no han tenido un mantenimiento adecuado para su funcionalidad.

El personal técnico que trabaja en el Laboratorio de Aviónica expresa su preocupación por la operación de dichos Módulos Didácticos, ya que de funcionar tendrían un gran valor de enseñanza-aprendizaje lo que fortalecería los conocimientos impartidos a los alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Es importante recalcar que el presente trabajo de graduación, consta con la debida sustentación, respaldada en el anteproyecto de la investigación (Ver Anexo A)

1.2 Justificación e importancia

La investigación surge a partir de la preocupación del Director de Carrera de Electrónica y Docentes del Laboratorio de Aviónica quienes determinaron que el Módulo Didáctico de Aviación Glide Slope tiene un gran valor de instrucción ya que al operar se puede satisfacer las inquietudes de los alumnos durante su proceso de aprendizaje, y es que por medio de una entrevista que se realizó a dichos docentes se ha llegado a la conclusión de que el sistema de aviación requiere un mantenimiento muy estricto, un Generador de Señal Glide Slope y una fuente de alimentación con los voltajes requeridos por el equipo: +12VCC, -12VCC, +28VCC y GND para su funcionamiento.

El Módulo Didáctico de Aviación constituye un módulo de mucha importancia en la actualidad, ya que la enseñanza teórica de los sistemas eléctricos y electrónicos que posee el avión debe ir de la mano con trabajos prácticos en el Laboratorio de Aviónica que respalde todos los conocimientos adquiridos en clase.

El trabajo de investigación está centrado en el Módulo Didáctico GLIDE SLOPE/MARKER BEACOM específicamente en el sistema Glide Slope el cual es un sistema principal en todas las aeronaves para el proceso de aterrizaje; es decir nunca saldrá de operación en un avión, he ahí que nuestros futuros tecnólogos en aviónica deben tener conocimientos teóricos claros respaldados en la práctica.

El beneficio que obtendríamos con la operación de dicho Sistema de Aviación es muy significativo ya que primeramente recuperaríamos un Módulo Didáctico de Aviación de gran valor económico, es muy interactivo para observar como la aeronave realiza el proceso de aterrizaje, los conocimientos se reforzaran tanto para el personal docente como para el alumnado y se potencializará el Laboratorio de Aviónica del Instituto.

El simulador Generador de señal Glide Slope se construirá a partir de un software de programación gráfica LabVIEW 8.0 el cual permitira generar una señal CSB junto con la simulación del aterrizaje de una aeronave, para luego modularla a través de un Generador de Señal Sintetizador el cual me proporcione una señal Glide Slope capaz de poner en funcionamiento el sistema mencionado, siendo un gran trabajo de investigación con la ayuda de equipos existentes en los laboratorios del Instituto se reemplazaría un equipo especial extremadamente caro en el mercado libre.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Habilitar el funcionamiento electrónico del Sistema de Aviación Glide Slope con la implementación de un Generador Simulador de Señal Glide Slope y una fuente de poder con los voltajes requeridos por el Sistema.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Implementar una fuente de poder con los voltajes de: +12VCC, -12VCC, +28VCC, GND con la corriente necesaria acorde a la necesidad del equipo de aviación.
- Planificar el mantenimiento al Sistema de Aviación Glide Slope, por medio de la tarjeta Glide Slope del Receptor de Navegación VIR-30, el Control VHF 313-4D y el Indicador IND-350.
- Crear con la ayuda de un software de programación grafica LabVIEW 8.6 y un Generador de Señal Sintetizado 8656B una señal Glide Slope capaz de manejar el sistema mencionado a nuestra conveniencia.
- Simular el proceso de aterrizaje de una aeronave en el Programa LabVIEW 8.6, el cual se refleje en el Banco Didáctico Glide Slope para fines de enseñanza- aprendizaje en el Laboratorio de Aviónica.
- Comprobar y evaluar el funcionamiento del Sistema de Aviación Glide Slope una vez implementado los trabajos respectivos.

1.4 Alcance

El presente proyecto busca reactivar la funcionalidad del Banco Didáctico GLIDE SLOPE/MARKER BEACOM, específicamente del Sistema Glide Slope que se encuentra en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación, ubicado en la planta baja del edificio del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de la ciudad de Latacunga.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Por cerca de 600 años, los humanos han estado desarrollando ingeniosos modos de navegación aérea a destinos remotos. Una técnica fundamental desarrollada por los antiguos polinesios y marinos es el uso de la medida angular de las estrellas. Además el contacto visual era una necesidad, las construcciones rurales, carreteras, líneas de ferrocarril, ríos, etc. poco a poco ya no eran indicaciones adecuadas para el aviador. Con el aumento del tráfico aéreo en 1920, se reconoció la urgencia de poner orden a lo que se estaba convirtiendo rápidamente en una situación caótica y peligrosa en el aire.

En 1926 el Congreso de Estados Unidos dicta la primera Ley de Comercio Aéreo que determinó una sociedad entre aquellos que vuelen, y los responsables de fomentar una actividad de vuelo segura y eficiente. Y es así como paulatinamente se van produciendo cambios y adelantos en el tráfico aéreo, que a su vez van determinando el apareamiento de las dos necesidades más emergentes de la Radionavegación:

1. Consiste en que los pilotos deben contar con la información idónea que les asegure que se encuentran en la ruta deseada entre destino y origen.
2. Determina que las autoridades de tráfico aéreo deben contar con información correcta, para asegurarse que existe una distancia suficiente entre las aeronaves para evitar su colisión.

Todo esto ha originado el apareamiento de una serie de sistemas que ayudan a la navegación aérea; cuya tecnología en el año 1947 fue estandarizada por la OACI

(Organización de Aviación Civil Internacional) organización ligada a las Naciones Unidas; y que tiene entre sus responsabilidades principales la ratificación de todas las normas y convenios de aviación internacional.

El servicio de Navegación Aérea consta de equipos electrónicos que trabajan en la banda de VHF y UHF para dar servicio de orientación, rumbo y distancia que tienen las aeronaves con respecto a la posición de los diferentes aeropuertos, los pilotos de los aviones los sintonizan por medio de canales y con los instrumentos de abordaje pueden salir o llegar a sus destinos fácilmente. Para hacer posible la navegación dentro del espacio aéreo hay diferentes facilidades instaladas en tierra, con las que se establecen rutas en el aire, que facultan al piloto de una aeronave conducirla de un punto a otro, aún en condiciones meteorológicas desfavorables, de una manera segura y precisa. Esta red de rutas aéreas se llaman: aerovías.

El diccionario dice que navegación proviene del latín *navis*, "nave"; *agere* "guía": es la acción de navegar o el viaje que se hace con una nave. En el caso, de una definición más precisa: *"Navegación aérea es la ciencia y tecnología que tiene como objetivo determinar la posición de un aeroplano respecto a la superficie de la tierra y mantener con exactitud la ruta deseada."*

Así pues, navegación aérea es el proceso de pilotar un aeroplano, dirigiéndolo de un lugar geográfico a otro a través de una ruta establecida y monitorizando su posición a lo largo de la misma. A grandes rasgos, navegar requiere:

- a)** Definir la ruta a seguir para llegar al lugar deseado.
- b)** Monitorizar el vuelo a lo largo de esa ruta
- c)** Corregir las posibles desviaciones de la misma, y
- d)** Adoptar procedimientos alternativos en caso de imposibilidad para alcanzar el destino previsto.

Aquí se encuentran varios tipos de estaciones que emiten señales destinadas a facilitar y garantizar la navegabilidad de las aeronaves durante el vuelo y asistir las durante la etapa de aproximación a la pista para aterrizar¹.

2.2 Sistema ILS (Sistema de Aterrizaje por Instrumentos)

El sistema de aterrizaje por instrumentos proporciona la ayuda necesaria para que una aeronave lleve a cabo las maniobras justas para la fase de aproximación hacia la pista de destino. Permite al piloto de una aeronave mantener guía de dirección y ángulo de trayectoria de descenso durante la aproximación final y el aterrizaje, en condiciones adversas de visibilidad, además provee referencia de distancia cuando trabaja junto con el DME (Equipo Medidor de Distancia) del ILS². En la figura 2.0 se muestran los instrumentos del ILS.



Figura 2.0 Sistema de Aterrizaje por Instrumentos (ILS)

Fuente: <http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://virtualskies.arc.nasa.gov/navigation/tutorial/images/9ILS>.

2.2.1 Principio de Funcionamiento

El sistema ILS es empleado junto al VOR (VHF Omnidirectional Range), gama omnidireccional de frecuencia muy alto, que es un sistema de radiofaro

¹ Enciclopedia de Aviónica del ITSA

² Manual de Instrucción RADIO AYUDAS, Instructor: Ing. Eduardo PASOCHOA

omnidireccional de muy alta frecuencia que suministra información en acimut con respecto al norte magnético. Pero el ILS no es una radio ayuda para la fase de aterrizaje en sí, sino que comprende su fase previa o fase de aproximación final, es decir desde que la aeronave deja sus condiciones de vuelo visual hasta que inicia el procedimiento final de aterrizaje. En la figura 2.1, la imagen corresponde a la trayectoria de planeo, le envía la señal con un ángulo de 3 grados que es la forma correcta con la cual descienden para poder aterrizar de una forma segura.

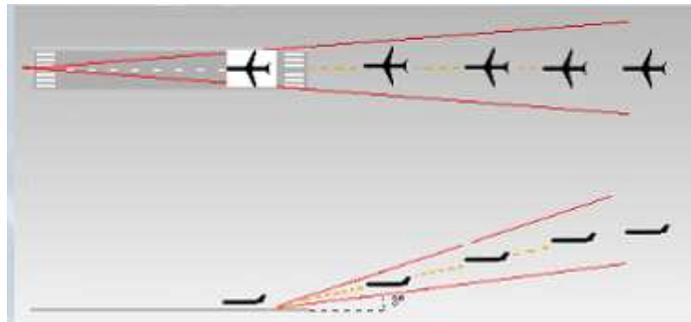


Figura 2.1 Aterrizaje realizado mediante la utilización del sistema ILS.

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayudas.

2.2.2 Características

- **Frecuencia de Operación.-** El ILS opera en un rango de 108 hasta 112 MHz, y utiliza para su función generalmente el instrumental del VOR.
- **Equipo en la Aeronave.-** El equipo del ILS embarcado comprende:
 - Las antenas (ubicado en la nariz de avión)
 - Receptor de VHF (Very High Frequency) del localizador
 - Receptor de UHF (Ultra High Frequency) de la senda de planeo.
 - Detectores diferenciales.

En cuanto a la información que el piloto recibe en cabina esta se presenta en un instrumento de agujas cruzadas, que incluye el localizador (localizer), aguja vertical que determina la alineación derecha - izquierda en relación con la pista, y un Glide Slope o “senda de descenso”, aguja horizontal que define el ángulo de descenso, de

tal manera que cuando estas están perpendiculares es que el avión se encuentra en la trayectoria adecuada de aproximación. En la figura 2.2, muestra un ejemplo de aterrizaje realizado mediante el uso del sistema ILS.

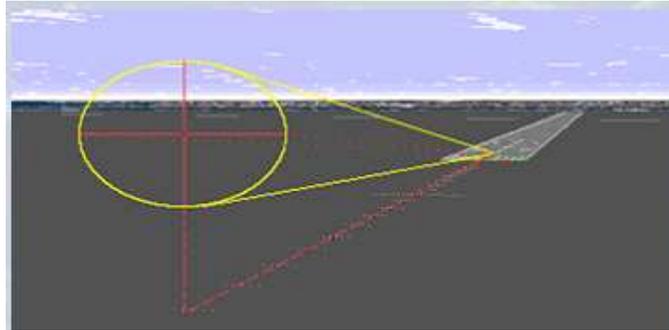


Figura 2.2 Sistema de aterrizaje por instrumentos ILS

Fuente: <http://www.google.com.ec/imgres?imgurl>

2.2.3 Estructura del ILS.- El ILS está formado por tres subsistemas independientes:

- ❖ **Localizador**
- ❖ **Glide Slope o Senda de planeo**
- ❖ **Marcadores.-** Generalmente tres: Marcador Externo (**O**); Marcador Medio (**M**); Marcador Interno (**I**); que define puntos específicos a lo largo de la aproximación final hacia la pista³.

2.2.3.1 Localizador

Es un transmisor VHF (Very High Frequency) frecuencia muy alta, que proporciona “guía de rumbo” que orienta a la aeronave hacia el eje longitudinal de pista; es decir, fija la proyección horizontal de la trayectoria.

Su radiación es una señal portadora que es modulada en amplitud por dos señales de 90 Hz y de 150 Hz al 20% cada una. La Diferencia de la Profundidad de Modulación (DDM) entre las dos señales, nos determina la posición de la aeronave

³ Enciclopedia de Aviónica del ITSA

con respecto al eje de pista. La siguiente figura 2.3 muestra los glóbulos de salida de 90 y 150 Hz del localizador.

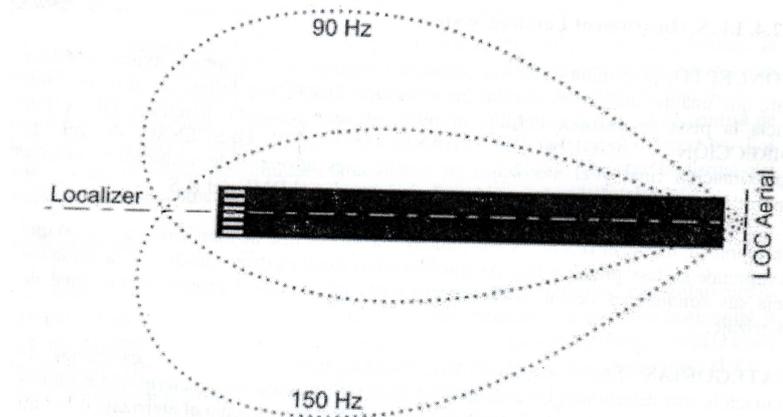


Figura 2.3 Glóbulos de salida del Localizador.

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayudas.

La modulación espacial es producida por dos señales emitidas por separado en un sistema de antenas direccionales; es decir, se emite la portadora por un lado y por otro las bandas laterales correspondientes a las modulaciones de 150 Hz que predomina el derecho y de 90 Hz que predomina el lado izquierdo en relación a la dirección de la aproximación.

Su rango de frecuencia de operación está comprendido entre los 108 y los 112 MHz (VHF), y el Localizador es el único que tiene un tono de identificación del ILS enganchado. Este tono es de 1020 Hz acompañado por tres letras en Código Morse.

2.2.3.2 Glide Slope

El Glide Slope consta de un transmisor UHF (Ultra High Frequency) que proporciona la trayectoria de planeo (de descenso) de la aeronave. En su radiación también utiliza modulaciones de 90 Hz hacia arriba y de 150 Hz hacia abajo de la trayectoria de descenso, pero al 40% de modulación cada una. Esta trayectoria ideal con respecto al plano horizontal es de 3 grados, pero ajustable desde los 2 hasta 4 grados. Para la radiación de las señales se ubican las antenas sobre un poste

vertical la antena inferior transmite la señal de portadora y la antena superior las bandas laterales. Una lectura de 0 DDM (Diferencia de la Profundidad de Modulación) a bordo de la aeronave, nos indica el ángulo correcto de descenso que se ha establecido para un citado aeródromo. En la figura 2.4 muestra los glóbulos de salida del Glide Slope.

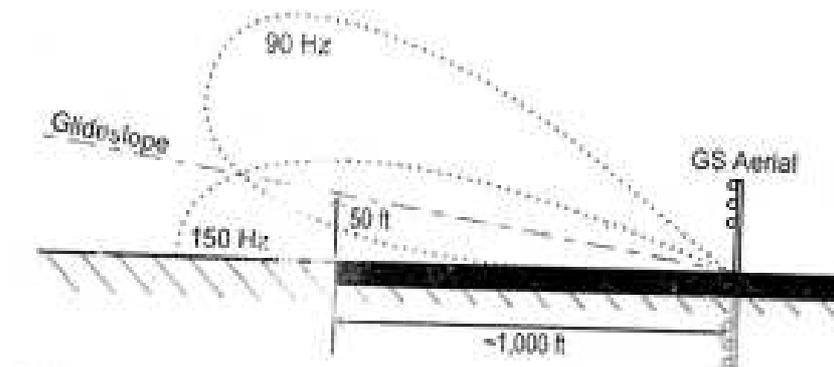


Figura 2.4 Señal del Glide Slope.

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayudas.

La potencia de portadora es de 4 watts emitida con polarización horizontal, la frecuencia de Glide Slope opera entre los 328 y 336 Mhz (UHF).

2.2.3.2.1 Diferencia de Profundidad de Modulación (DDM)

Es un método usado por el sistema del aterrizaje automático conjuntamente con el equipo de recepción aerotransportado asociado para definir una posición en espacio aéreo. El DDM se expresa generalmente en porcentaje, no obstante puede también ser expresado en microamperios. Las estaciones de tierra del sistema del aterrizaje automático proporcionan radiofrecuencia señales de las cuales varíe linear en la profundidad de modulación del centro o del curso alinie en un índice de 0.00145% por metro. Las dos frecuencias de audio individuales de la modulación y sus bandas laterales asociadas son 150Hz y 90Hz. Su método es una ayuda navegacional de la comparación de la profundidad de la modulación (MDCNA), también conocida como sistema de aterrizaje automático que utiliza el concepto de modulación espacial para proporcionar la dirección al avión en el acercamiento final.

La señal CSB (Portadora y Bandas laterales) transmitida por las antenas del Glidepath produce una señal modulada espacial resultando de la adición vectorial de dos o más audioseñales que varíen según la posición del avión de recepción. La diferencia entre las dos profundidades de la modulación produce una señal actual del error en el receptor aerotransportado. Cuando un avión sigue el course line, la diferencia entre las dos frecuencias es el cero por ciento (el 0%). El DDM para un localizador en la extremidad externa del sector del curso es 15.5% o un equivalente actual de 150 microamperios. Esta diferencia es exhibida tradicionalmente por la desviación de un indicador de la bobina o de un needle/s móvil en un instrumento conocido como indicador de Glide Slope⁴.

2.2.3.2.2 Tipos de antena usados en tierra.- Debido a las condiciones terrestres, se han determinado algunos tipos como:

a) **NULL REFERENCE:** Usado en lugares planos casi sin mayores obstáculos, a continuación en la figura 2.5 se muestra un modelo de este tipo de antena.

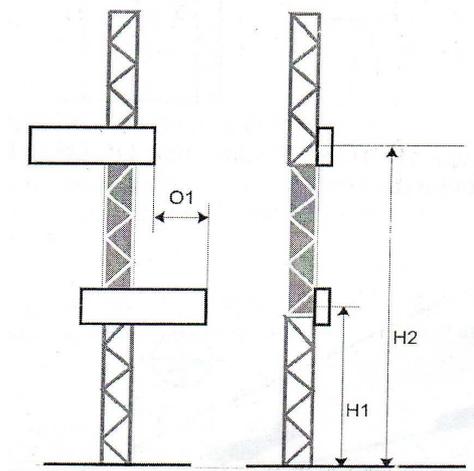


Figura 2.5 Antena NULL REFERENCE.

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayudas

⁴ http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Difference_in_the_Depth_of_Modulation

b) **SIDE BAND REFERENCE:** Usado en terrenos accesibles al frente de las antenas, o donde el nivel del terreno se reduce al final de la pista (desnivel), en la figura 2.6 se muestra un modelo de este tipo de antena.

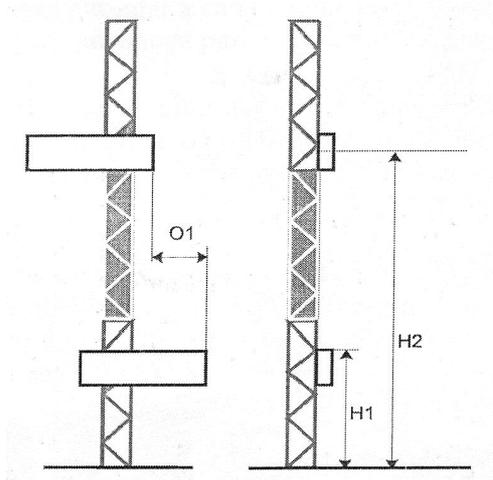


Figura 2.6 Antena SIDE BAND REFERENCE

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayudas

c) **CAPTURE EFFECT:** Para sitios que tienen elevaciones ligeras, a continuación en la figura 2.7 se muestra un modelo de este tipo de antena.

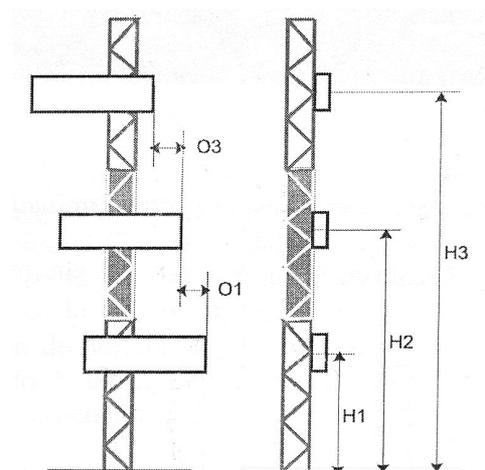


Figura 2.7 Antena CAPTURE EFFECT

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayudas

2.2.3.3 Marker Beacom o Marcadores

Son conocidos como radiobalizas y son aquellos que indican el paso de la aeronave a distancias determinadas cuando inicia la trayectoria de descenso, tienen potencias de 2 a 5 watts ajustables que se emiten con polarización horizontal.

La frecuencia de todos los marcadores sin excepción opera en 75MHz.

2.2.3.3.1 Tipos.- De acuerdo a la distancia se tienen los siguientes tipos:

- a) **Externo.-** Se ubica entre 3,5 a 7 millas náuticas de distancia desde el umbral o final de la pista. Tiene una frecuencia de modulación de 400 Hz con una serie continua de dos rayas por segundo. En la aeronave al cruzarlo se enciende la luz azul o púrpura.

- b) **Medio.-** Se ubica a 3500 pies de la pista, tiene una frecuencia de 1300 Hz y una serie alternada de puntos y rayas alternados. A bordo se enciende la luz ámbar (amarillo-anaranjado)

- c) **Interno.-** Se ubica entre 75 a 450 m. de la pista, con tono de modulación de 3000 Hz y una serie continua de 6 puntos por segundo. Enciende una luz blanca. En la figura 2.8 se indica las señales de salida del Marker Beacom.

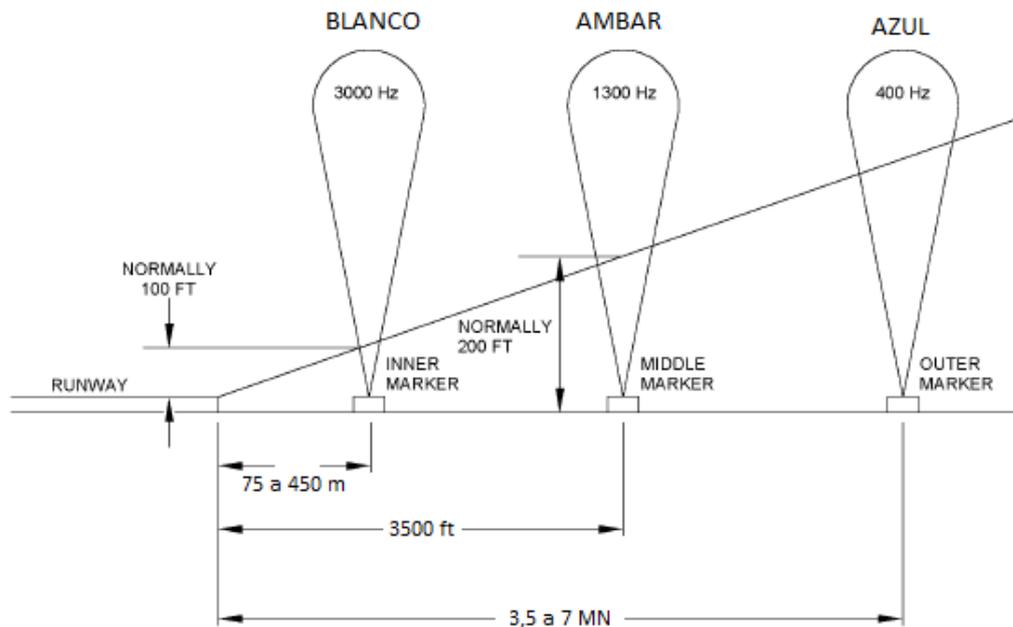


Figura 2.8 Señales de salida del Marker Beacom.

Fuente: Orden técnica Receptor de Navegación VIR-30

2.3 Equipo de a bordo del ILS.

El equipo ILS de las aeronaves consta de cuatro partes esenciales:

- Antena
- Receptores
- Indicador de agujas cruzadas
- Receptores de radiobalizas VHF

2.3.1 Antena.

La antena del Glide Slope, en casi todas las instalaciones de la aeronave consiste en una antena dipolo doblada en forma de "U", colocada en la parte delantera del avión, a continuación en la fotografía 2.0 se indica la antena Glide Slope del Avion C130B.



Fotografía 2.0 Antena Glide Slope del Avión C-130B

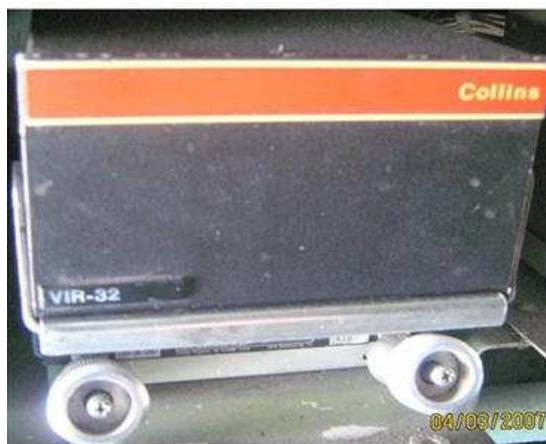
Fuente: Avión C-130B

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

La antena del localizador puede ser un dipolo recto montada en el mismo sitio o como en muchas instalaciones aerodinámicamente estabilizadas, están ubicadas en la cabina del avión o dentro de una cabina plástica, aunque la mayoría de veces es la misma antena del VOR.

2.3.2 Receptores.

Son operados desde un panel pequeño próximo al puesto del piloto, dicho panel contiene mando de volumen, encendido, selector de frecuencia, y del localizador. La fotografía 2.1 muestra el Receptor de Navegación VIR-32 del avion C130B.



Fotografía 2.1 Receptor de Navegacion VIR-32

Fuente: Avión C-130B

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.3.3 Indicador de agujas cruzadas.

La energía captada por las antenas del localizador y de la senda de planeo, sirve para activar las agujas de este indicador, como se indica en la figura 2.9. La aguja vertical indica la posición del eje del localizador respecto a la posición en vuelo de la aeronave. Cuando esta se desplaza 2.5° derecha-izquierda la aguja vertical señalará un total desplazamiento en la escala. Si la aguja se desvía solo $1/4$ de la escala, la aeronave aterrizará sobre la pista.



Figura 2.9 Indicador de agujas cruzadas.

Fuente: <http://www.navfltsm.addr.com/ils.htm>

La aguja horizontal indica la posición de la senda de planeo con relación a la posición vertical de la aeronave. Si la aeronave se desvía arriba-abajo $0,7^\circ$ registrará un total desplazamiento $1,4^\circ$ de la escala. Debido a tan alto grado de sensibilidad, únicamente son posibles pequeñas correcciones cuando la aeronave se halla cerca del aeropuerto y a baja altura, en la figura 2.10 se indica un indicador Glide Slope.



Figura 2.10 Indicador del Glide Slope

Fuente: <http://www.navfltsm.addr.com/ils.htm>

Las señales de alarma OFF, se presentan en la mascarilla del indicador de agujas cruzadas si la señal recibida del localizador es insuficiente o hay falla. Una bandera roja con la palabra OFF saltará del interior y cruzará el extremo inferior de la aguja vertical; otra bandera similar aparecerá en el lado derecho y tapaná la posición final de la aguja horizontal si es la senda de planeo la que falla.

Las antenas transmiten una señal de navegación horizontal (transmisor ubicado al final de la pista sobre su eje) y una vertical (transmisor ubicado al lado de zona de contacto de la pista) que se proyectan desde la pista para formar un cono imaginario por el cual el avión debe dirigirse a la pista. La señal lateral (a los lados) ayuda al piloto a mantenerse alineado con el eje de la pista durante la aproximación y el patrón de descenso (Glide Slope) provee una pendiente muy exacta generalmente de 3° para efectuar un descenso seguro, libre de obstáculos. El localizador barre un ángulo de 35° a cada lado del eje de la pista, pero la tolerancia permitida para la aproximación por ILS en el aeroplano es de solo 3° hacia cada lado del localizador.

2.3.4 Receptores de radiobalizas VHF.

Puesto que todas ellas transmiten en 75Mhz no se precisa un equipo especial de sintonía, en la mayoría de instalaciones a bordo se incluye un equipo de tres focos denominado OMI (Outer Marker, Middle Marker, Inner Marker) que son activados por los distintos tonos de modulación de cada radiobaliza.

Los marcadores no son parte del equipo ILS (pueden estar presentes y no el ILS o viceversa), pero son transmisores de VHF (Very High Frecuency) emiten una señal audible y ayudan al piloto a determinar su posición en la aproximación ILS. El marcador externo (o baliza exterior) indicado por la luz azul intermitente en el avión, emite un sonido de mediana intensidad por cerca de 10 segundos a una velocidad normal de aproximación, generalmente indica el comienzo de una aproximación ILS. El marcador medio esta indicado por la luz amarilla emite un sonido con una

frecuencia o tono más alta e indica el punto de aproximación frustrada (también conocido como altura de decisión) o el punto en el que si aun no puedes ver la pista o las luces de aproximación, deberás suspender la aproximación y seguir el procedimiento de aproximación frustrada estipulado en la respectiva carta de aproximación. En la siguiente figura 2.11 se muestra el indicador del Marker Beacom.



Figura 2.11 Indicador del Marker Beacom

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayuda

2.4 Módulo Didáctico de Aviación Glide Slope

El módulo didáctico de prueba para el sistema Glide Slope se diseñó en base a la tarjeta Glide Slope del equipo receptor de la Collins VIR-30 (Receptor ILS/VOR), el control VHF 313-4D y el indicador IND-350.

2.4.1 Glide Slope

La señal del glide slope es afinada automáticamente cuando se selecciona la frecuencia del localizador, es similar a la señal de localizador pero establece una perpendicular de la trayectoria de igual fuerza al curso del localizador y la inclinación de planeo es de 2.5° a 3° sobre el horizontal. La señal 90 Hz está sobre la pendiente de deslizamiento y la señal de 150 Hz está debajo de la pendiente de deslizamiento como se muestra en la figura 2.12.

Esta es una dirección vertical (glide slope o GlidePath) al avión cuando se acerca a un aterrizaje. La señal del GP (Glide Slope) se transmite en una frecuencia portadora entre 328.6 MHz y 335.4 MHz usando una técnica similar a la del localizador. Se aparean las frecuencias portadoras del localizador y del glide slope para sintonizar una sola selección para ambos receptores. Estas señales se exhiben

en un instrumento de la cabina. El piloto controla el avión de modo que las indicaciones sigan centradas en el instrumento, esto asegura que el avión este siguiendo la línea central del ILS.

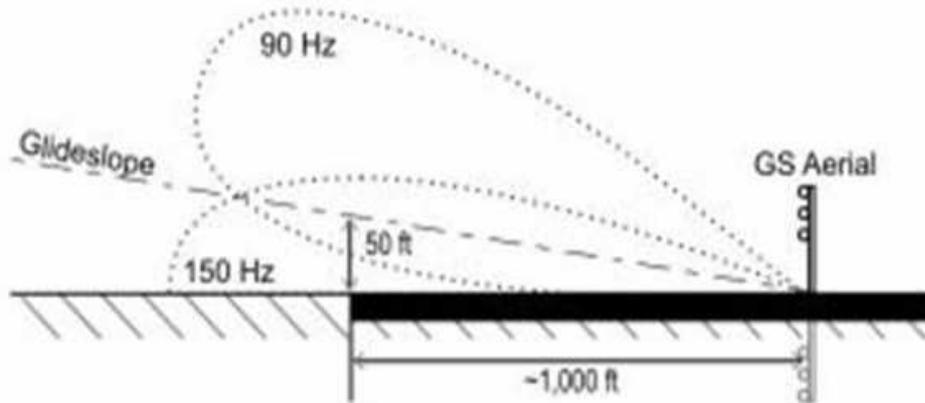


Figura 2.12 Señal Glide Slope o Senda de Planeo

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayudas

Siguiendo fielmente la altitud que indica este, será exactamente la correcta cuando el piloto alcance la zona en el momento del aterrizaje a la pista. La senda del glideslope es idéntica a seguir la senda del localizador pero la pendiente de deslizamiento del glideslope es mucho más sensible que del localizador. Si la aguja del glideslope da oscilaciones lejos del centro para arriba o abajo se debe maniobrar el avión hacia la aguja ajustando la energía del motor y no señalar la nariz del avión para arriba o abajo, la siguiente figura 2.13 muestra las posiciones del avión sobre el Glide Slope o senda de deslizamiento.



Figura 2.13 De izquierda a derecha, el avión está sobre, en y debajo de la trayectoria de deslizamiento

Fuente: <http://www.navfltsm.addr.com/ils.htm>

2.4.2 Receptor de la Collins VIR-30

El sistema de navegación de radio VIR-30 proporciona VOR, salidas de desviación del Localizador y del Glideslope, señal alta y baja de las banderas, rastreo magnético a la estación, información de to/from, señal de lámpara Marker Beacom, y salidas de audio del VOR y Marker Beacom, en la fotografía 2.2 se indica el Receptor de Navegación VIR-30.



Fotografía 2.2 Receptor de Navegación VIR-30

Fuente: www.seaerospace.com

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.4.2.1 Características

- ❖ Tiene 200 canales VOR/LOC y 40 canales de senda de planeo.
- ❖ Compatible con la norma 2-fuera-de-5 unidades de control.
- ❖ Proporciona salidas de navegación para la interfaz con los sistemas de navegación gráfica, analógica sistemas de navegación área, y los sistemas convencionales de control de vuelo
- ❖ Suministros automática/manual de la información VOR
- ❖ Suministros salidas de desviación localizador y senda de planeo

2.4.2.2 Especificaciones

Tabla 2.0 Especificaciones del equipo receptor VIR- 30

| | | | |
|---|--|-------------------------------|---|
| Dimensiones: | 9.48cm Ancho x 8.86cm Alto x 35.15cm Largo | Peso: | 5.8 libras. |
| Rango de temperatura: | -54 a +55 °C (operación) -65 a +85 °C (almacenado) | Altitud: | 13,676 m (45,000 ft) máximo |
| TSO DE FAA: | DO-138. Categoría AD/A ^N / _G /AAAEXXXXX | Rango de frecuencia: | 329.15 a 335.00 MHz. |
| Control de Frecuencia: | ARINC 2 out of 5 | Canales Glide Slope: | 40 con espacios de 150 KHz. |
| Selectividad: | 6 dB 41 KHz min; 60 dB 188KHz max. | Sensibilidad: | Bandera fuera de la vista a 5µV. |
| Máxima desviación de voltaje: | ±900mV en modo ILS -1.1 V en modo VOR | Bandera GS: | Parcialmente fuera de la vista en modo VOR con aproxim. +1.0 V. |
| Bandera en nivel alto: | +18 VDC mínimo a 250 mA. | Requisitos de energía: | 27.5 VDC ±10% a 800 mA; 26 VAC ±10% a 2.5 mA, 320 a 480 Hz. |
| Bandera en nivel bajo: | 1.2VDC, corriente limitada a 10 mA: cuatro cargas, cada 1000 Ω sin enlace externo. | | |
| Desviación lineal del curso GS 0 a ±0.175 DDM; la desviación de salida es proporcional al DDM dentro del 10%. 0.175 a 0.8 DDM; cuando el DDM es incrementado desde 0.175 a 0.8 DDM, la desviación de voltaje no se reduce. | | | |

Fuente: Orden Técnica Receptor de Navegación VIR-30

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.4.2.3 Receptor del Sistema Glide Slope.

El receptor Glide Slope es de 40 canales, receptor de doble conversión. La conmutación 2-out-of-5 es desde el control VHF, selecciona los cristales en los amplificadores de inyección. Referir a la tabla 2.1 para la frecuencia de localizador y frecuencia de apareamiento del Glide Slope.

Tabla 2.1 Frecuencia de Localizador y frecuencia apareada del Glide Slope.

| Frecuencia de Localizador (MHz) | Frecuencia de apareamiento Glideslope (MHz) | Frecuencia de Glideslope (MHz) | Frecuencia de apareamiento Localizador (MHz) |
|--|--|---------------------------------------|---|
| 108.10 | 334.70 | 329.15 | 108.95 |
| 108.15 | 334.55 | 329.30 | 108.90 |
| 108.30 | 334.10 | 329.45 | 110.55 |
| 108.35 | 333.95 | 329.60 | 110.50 |
| 108.50 | 329.90 | 329.75 | 108.55 |
| 108.55 | 329.75 | 329.90 | 108.50 |
| 108.70 | 330.50 | 330.05 | 110.75 |
| 108.75 | 330.35 | 330.20 | 110.70 |
| 108.90 | 329.30 | 330.35 | 108.75 |
| 108.95 | 329.15 | 330.50 | 108.70 |
| 109.10 | 331.40 | 330.65 | 110.95 |
| 109.15 | 331.25 | 330.80 | 110.90 |
| 109.30 | 332.00 | 330.95 | 111.95 |
| 109.35 | 331.85 | 331.10 | 111.90 |
| 109.50 | 332.60 | 331.25 | 109.15 |
| 109.55 | 332.45 | 331.40 | 109.10 |
| 109.70 | 333.20 | 331.55 | 111.15 |
| 109.75 | 333.05 | 331.70 | 111.10 |
| 109.90 | 333.80 | 331.85 | 109.35 |
| 109.95 | 333.65 | 332.00 | 109.30 |
| 110.10 | 334.40 | 332.15 | 111.35 |
| 110.15 | 334.25 | 332.30 | 111.30 |
| 110.30 | 335.00 | 332.45 | 109.55 |
| 110.35 | 334.85 | 332.60 | 109.50 |
| 110.50 | 329.60 | 332.75 | 111.55 |
| 110.55 | 329.45 | 332.90 | 111.50 |
| 110.70 | 330.20 | 333.05 | 109.75 |
| 110.75 | 330.05 | 333.20 | 109.70 |
| 110.90 | 330.80 | 333.35 | 111.75 |
| 110.95 | 330.65 | 333.50 | 111.70 |
| 111.10 | 331.70 | 333.65 | 109.95 |
| 111.15 | 331.55 | 333.80 | 109.90 |
| 111.30 | 332.30 | 333.95 | 108.35 |
| 111.35 | 332.15 | 334.10 | 108.30 |
| 111.50 | 332.90 | 334.25 | 110.15 |
| 111.55 | 332.75 | 334.40 | 110.10 |
| 111.70 | 333.50 | 334.55 | 108.15 |
| 111.75 | 333.35 | 334.70 | 108.10 |
| 111.90 | 331.10 | 334.85 | 110.35 |
| 111.95 | 330.95 | 335.00 | 110.30 |

Fuente: Orden Técnica Receptor de Navegación VIR-30

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

Referir a la figura 2.14 para la siguiente explicación, la entrada de RF (Radio Frecuencia) desde la antena Glide Slope es acopla a través de un filtro pasa banda al primer mezclador. La diferencia de frecuencia entre los 20 osciladores de cristales y subiendo RF es acoplado a través los 60 MHz si amplifica al segundo mezclador. La diferencia de frecuencia entre los 2 osciladores de cristal y la señal recibida se acopla al detector a través de los 25.5 MHz si amplifica.

El detector quita los componentes de 90 y 150 Hz para conducir a los circuitos de instrumentación. Gana control del receptor cuando es mantenido por el amplificador AGC. La detección de 90 y 150 Hz señal Glide Slope son aplicadas a los filtros de 90 y 150 Hz y a los rectificadores, las salidas DC son comparadas en una red diferenciada resistente. La desviación de salida glideslope será positivo si predomina la señal 90 Hz (avión sobre el glidepath) y negativa si predomina la señal 150 Hz (avión abajo del glidepath). Si el modo VOR es seleccionado, el amplificador de desviación Glide Slope proporciona un punto GS voltaje fuera de la vista y el circuito de la bandera GS proporciona una condición fuera de vista a la bandera GS.

Las dos señales filtradas son también aplicas a la bandera del circuito donde el nivel de verdad son determinados. Si los niveles son correctos, el circuito de la bandera genera niveles altos y bajos a la salida de voltaje de la bandera. Para la auto prueba, una señal de onda cuadrada de 30Hz es inyectada en el detector. El tercer armónico pasa a través del filtro 90Hz y el quinto armónico de 30Hz pasa a través del filtro de 150Hz. Puesto que el tercer armónico de onda cuadrada predomina, la deflexión resultante esta una desviación abajo. El ejercicio de auto prueba, observando el punto cruz y la bandera de operación detectaran ciertos modos de fallo que permiten que la desviación errónea sea exhibida con la bandera fuera de la vista.

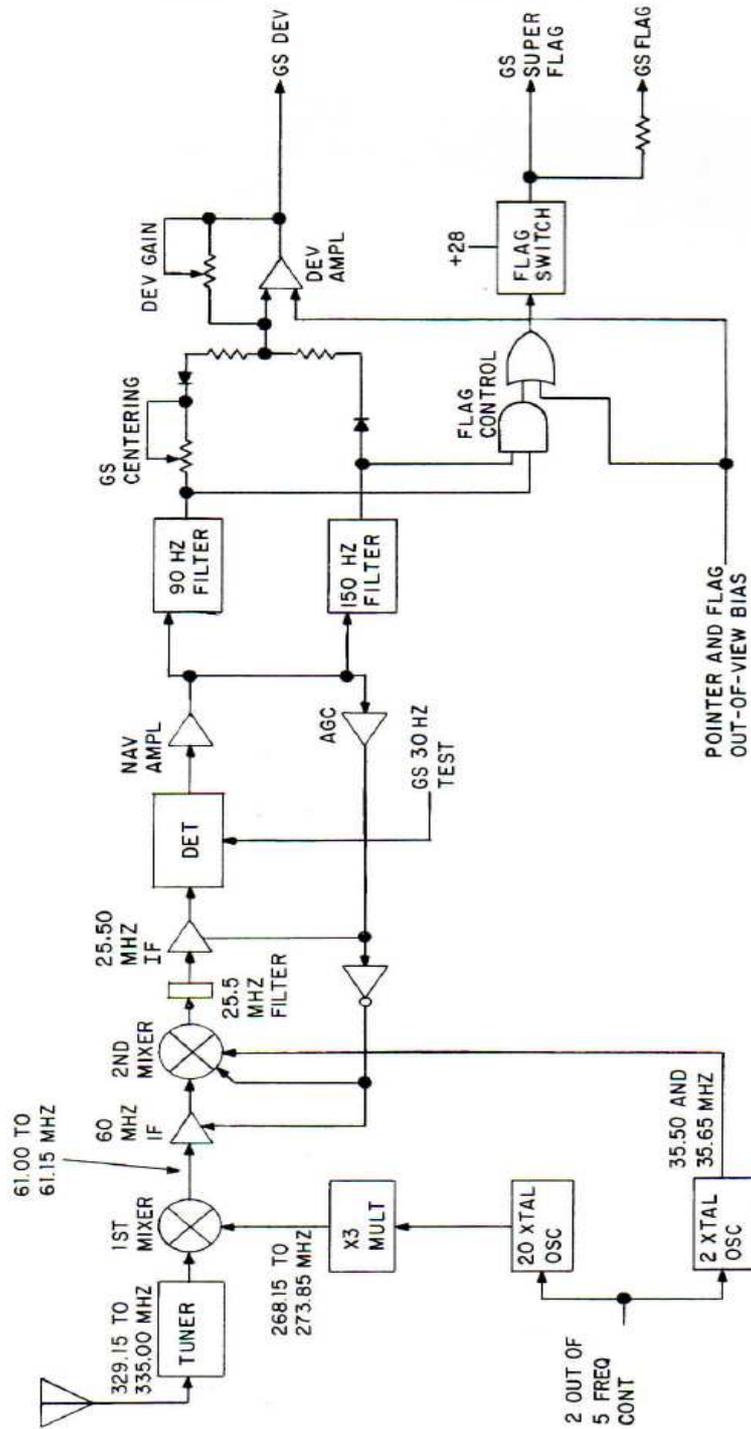


Figura 2.14 Diagrama de bloque del Receptor Glideslope.

Fuente: Orden Técnica Receptor de Navegación VIR-30

2.4.3 Control VHF 313-4D

El control del VHF 313N- 4D (Collins número de parte 522-3616-00) es una unidad de mando a distancia diseñada para ser montado en el panel del instrumento del avión o una consola de control. Provee la frecuencia de selección para el equipo de navegación del aerotransporte utilizando el dos-fuera-de-cinco un sistema selector remoto. En la fotografía 2.3 indica la imagen del controlador VHF 313N- 4D.



Fotografía 2.3 Control VHF 313N-4D

Fuente: www.seaerospace.com

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.4.3.1 Descripción del equipo.

El Control VHF 313N-4D se describe en la tabla 2.2 con algunas de sus características. La frecuencia es seleccionada por dos perillas. La perilla izquierda selecciona frecuencias en pasos de 1-MHz y la perilla derecha selecciona frecuencias en pasos de 50-kHz. Ambas perillas se rotan a la derecha para un aumento en frecuencia. La frecuencia seleccionada se exhibe en un contador digital.

Las perillas concéntricas con los selectores de frecuencia, son un control de volumen, energización y el control de prueba. El energizador y control de prueba aplican energía al receptor asociado y los controles de las funciones prueba. El control de volumen es usado para ajustar la ganancia de audio del receptor.

Tabla 2.2 Descripción del Control VHF 313N-4D

| Control VHF 313-4D (N.P. 522-3616-00) | | | | |
|--|------------------|--|--------------------|--|
| Tamaño (pulg) | Peso (lb) | Frecuencia | Iluminación | Controles |
| 2-5/8 h x 2-1/2 w x 4-11/32 d | 1.2 | 108.00 a 126.95Mhz espaciando 50Khz | 27.5 V Rojo | Interruptor de Energía Volumen Frecuencia |

Fuente: Control VHF 313N-4/4A/4B/4C/4D

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.4.3.2 Operación

El Control VHF 313N-4D es operado por el piloto o cualquier otra persona que tenga acceso al panel de instrumentos del avión. La tabla 2.3 contiene una lista de todas las operaciones de control y sus funciones. La figura 2.15 muestra la localización de las operaciones de control.

Tabla 2.3 Operaciones de Control VHF 313N-4D

| Control | Función |
|------------------|--|
| Megaciclo | Cambia la frecuencia de operación en pasos de 1-MHz sobre el rango de control. |
| Kilociclo | Cambia la frecuencia de operación en pasos de 1-kHz sobre el rango de control. |
| Volumen | Varía el audio de ganancia del receptor asociado. |
| Energía | Controla la aplicación de energía al receptor asociado y la prueba funcional |

Fuente: Orden Técnica del Control VHF 313N-4/4A/4B/4C/4D

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

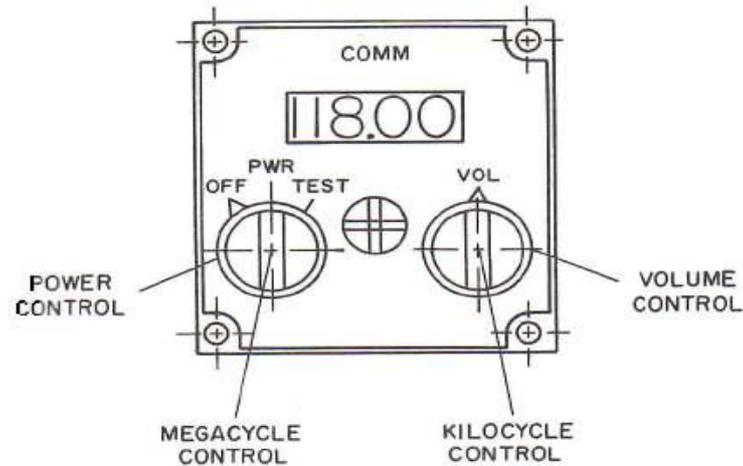


Figura 2.15 Controles de Operación

Fuente: Orden Técnica Control VHF 313N-4/4A/4B/4C/4D

2.4.3.3 Principio de operación

La figura 2.16 muestra un sistema básico dos-fuera-de-cinco con un interruptor de 10-posiciones controlando a 10-canales de radio con la ayuda de un motor. El interruptor controla dos de las tierras de los cinco cables de control de frecuencia en cada una de las 10 posiciones. A la radio, un motor maneja sintonizando un interruptor el cual busca la posición que abrirá los ambos cables que son conectados a tierra por el control. Cuando esta posición es alcanzada, el circuito de energía al motor conductor es roto, y el radio es sintonizado a la frecuencia deseada.

Este sistema básico seleccionara una decena de 10 frecuencias. Un tal interruptor wafer es requerido por cada decena de frecuencia al cual el radio es sintonizado. La tabla 2.4 muestra cuales cables del dos-fuera-de-cinco son tierras por cada una de las 10 posiciones del interruptor (un 0 indica una tierra).

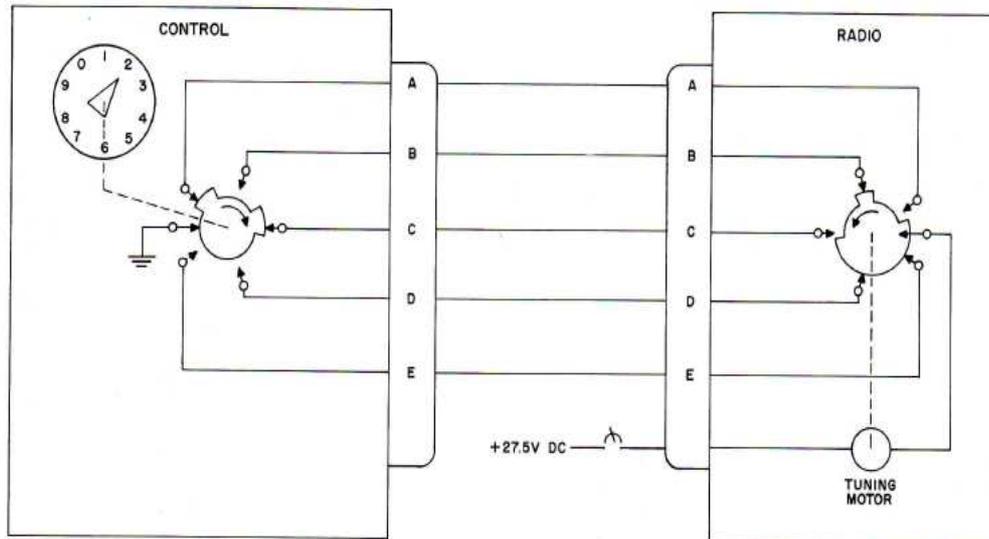


Figura 2.16 Sistema de selección básico dos-fuera-de-cinco

Fuente: Control VHF 313N-4/4A/4B/4C/4D

Tabla 2.4 Códigos binarios 2-Out-of-5 para seleccionar frecuencias MHz.

| Frecuencia MHz | 2-out-of-5 ABCDE |
|----------------|------------------|
| 110 | 1 0 1 1 0 |
| 111 | 0 0 1 1 1 |
| 112 | 0 1 0 1 1 |
| 113 | 1 0 0 1 1 |
| 114 | 1 0 1 0 1 |
| 115 | 1 1 0 0 1 |
| 116 | 1 1 0 1 0 |
| 117 | 1 1 1 0 0 |
| 108 | 0 1 1 0 1 |
| 109 | 0 1 1 1 0 |

Fuente: Control VHF 313N-4/4A/4B/4C/4D

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.4.4 Indicador IND-350

El IND-350 es un instrumento usado en la navegación del avión para determinar la posición horizontal del avión en lo referente a la senda de planeo. Si, por ejemplo, la localización del avión está abajo del curso, la aguja desvía hacia arriba, demostrando

la dirección para corregir la desviación del curso. Se hace la corrección hasta que la aguja se centra, y el avión está en curso. La desviación de la aguja es proporcional a la desviación de curso, pero la sensibilidad y la desviación varían dependiendo del sistema que es utilizado. En la siguiente figura 2.17 se muestra el indicador IND-350 con los nombres de sus diferentes partes.

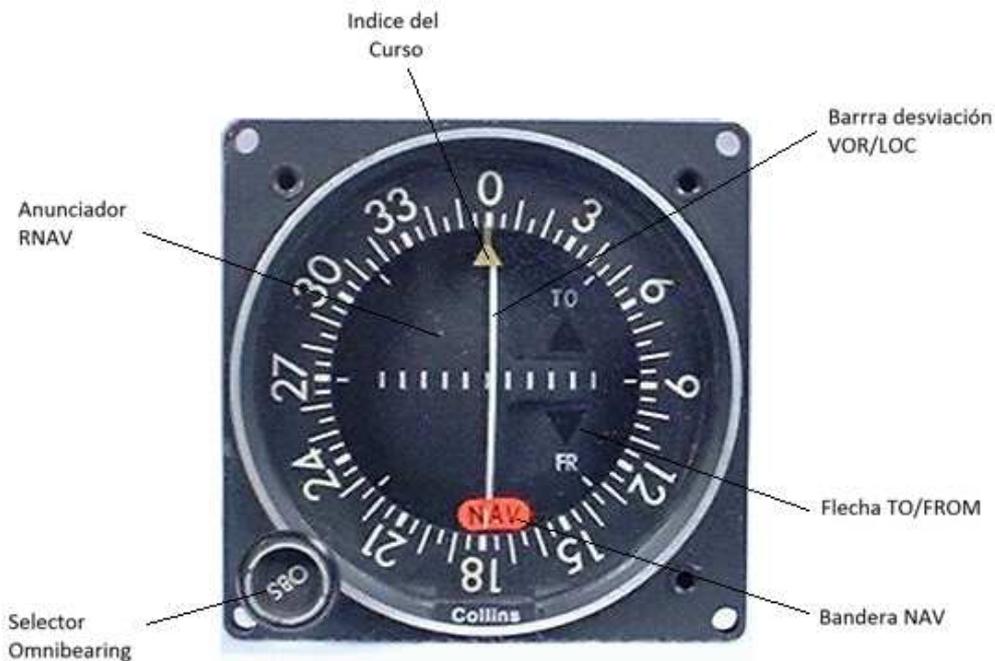


Figura 2.17 Indicador IND-350, Controles e Indicadores

Fuente: Manual Receptor de Navegación VIR-351

A continuación se detalla cada una de sus partes con la función de cada una de las partes que conforman el indicador IND-350.

- **Control selector omnibearing.-** La tarjeta del acimut rota al rodamiento deseado.
- **Barra desviación VOR/LOC.-** Indica la cantidad de desviación y dirección de una selección del curso del VOR o senda del localizador.
- **Bandera NAV.-** La presencia de la bandera NAV indica que la información es poco fiable que está proveyendo a la barra de desviación VOR/LOC.

- **Flecha TO/FR.-** Indica si el rodamiento de la estación seleccionada esta hacia o desde el avión cuando vuela a un curso seleccionado.
- **Índice del curso.-** Punto de la referencia para seleccionar un curso.
- **Barra de desviación Glide Slope.-** Exhibe la desviación desde el glidepath.
- **Anunciador de RNAV.-** Ilumina cuando se selecciona el modo de RNAV; informa al piloto qué desviación y las indicaciones de TO/FROM con respecto a waypoint

2.4.4.1 Especificaciones del equipo

Tabla 2.5 Especificaciones del equipo IND-350

| Características | Especificaciones |
|------------------------------------|---|
| Dimensiones: | |
| Ancho | 82.55 mm |
| Alto | 82.55 mm |
| Largo(incluye el conector trasero) | 120.65 mm |
| Peso: | 0.45 Kg (1.0 lb) máximo |
| Rango de temperatura: | |
| Continuo | -15 a +55 °C (+5 a +131°F) |
| Intermitente | A +71°C (+159.8°F) por 30 minutos |
| Almacenado | -40 a +85 °C (-40 a +185°F) |
| Altitud | 9144 m (30000 ft) |
| Electricidad: | |
| Requerimientos de iluminación | 4.4W a máxima intensidad, 13.75 VDC a 0.32 A o 27.5 VDC a 0.16 A. |
| Entrada desviación VOR | ±150 mV por ±5 deflección de punto. |

Fuente: Manual Receptor de Navegación VIR-351

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.5 Fuente de Alimentación VCC.

En la elaboración de una fuente de poder de corriente continua encontraremos los siguientes elementos electrónicos:

2.5.1 Fusible

El fusible eléctrico es denominado como aparato de energía y protección contra sobrecarga de corriente eléctrica por fusión, es un dispositivo constituido por un soporte adecuado, un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda, cuando la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito o un exceso de carga, un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos⁵, en la figura 2.18 se muestra un modelo de fusible de 2.5 A



Figura 2.18 Fusible de 2.5 A

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Fusible>

2.5.2 Transformador reductor

La tensión de la red es demasiado elevada para la mayor parte de los dispositivos empleados en circuitos electrónicos, por ello generalmente se usa un transformador en casi todos circuitos electrónicos. Este transformador reduce la tensión a niveles inferiores, más adecuados para su uso en dispositivos como diodos y transistores.

⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/Fusible>

En nuestro caso utilizaremos un transformador reductor de 115 VAC a 24 VAC como se indica en la fotografía 2.4.



Fotografía 2.4 Transformador Reductor 115 VAC a 24 VAC.

Fuente: Módulo Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.5.3 Rectificador de onda completa

Un Rectificador de onda completa es un circuito empleado para convertir una señal de corriente alterna de entrada (V_i) en corriente directa de salida (V_o) pulsante. A diferencia del rectificador de media onda, en este caso, la parte negativa de la señal se convierte en positiva o bien la parte positiva de la señal se convertirá en negativa, según se necesite una señal positiva o negativa de corriente continua, en la figura 2.19 indica un rectificador de onda completa.⁶

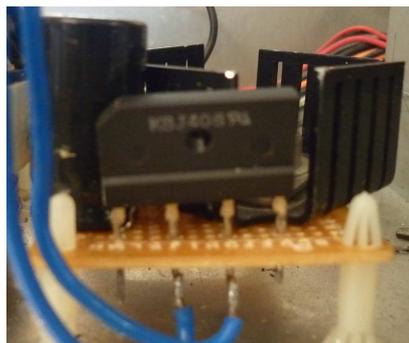


Figura 2.19 Puente de diodo de onda completa.

Fuente: Módulo Didáctico Glide Slope/Marker Beacom.

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

⁶ http://es.wikipedia.org/wiki/Rectificador_de_onda_completa

2.5.4 Circuito integrado lineal NTE970

El NTE970 es un regulador de voltaje positivo 3-terminal ajustable en un paquete tipo TO3 capaces de suministro de más de 3 amperios en un rango de salida de 33V a 1.2V, su imagen se indica en la figura 2.20.



Figura 2.20 NTE970

Fuente: <http://www.ecgproducts.com>

2.5.4.1 Características:

- ❖ Ajustable de salida para 33V a 1,2 V
- ❖ Garantizada 3A de salida de corriente
- ❖ Regulación de la carga general del 0,1%
- ❖ Regulación termica
- ❖ Constante limite de corriente con temperatura.⁷

2.5.5 Condensador electrolítico

Un condensador electrolítico es un tipo de condensador que usa un líquido iónico conductor como una de sus placas. Típicamente con más capacidad por unidad de volumen que otros tipos de condensadores, son valiosos en circuitos eléctricos con relativa alta corriente y baja frecuencia. Este es especialmente el caso en los filtros de alimentadores de corriente, donde se usan para almacenar la carga, y moderar el

⁷ <http://www.ecgproducts.com>

voltaje de salida y las fluctuaciones de corriente en la salida rectificada⁸, en la fotografía 2.5 indica el condensador que utilizaremos en nuestra fuente de poder, capacitancia=1000 μ f a 35 V.



Fotografía 2.5 Condensador electrolítico de 1000 μ f a 35 V.

Fuente: Modulo Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.5.6 Condensador Cerámico

Los condensadores cerámicos son buenos aislantes térmicos y eléctricos. El proceso de fabricación consiste básicamente en la metalización de las dos caras del material cerámico. Su identificación se realiza mediante código alfanumérico. Se utilizan en circuitos que necesitan alta estabilidad y bajas pérdidas en altas frecuencias⁹, la fotografía 2.6 indica el condensador cerámico de 1.0 μ f a 50V.



Fotografía 2.6 Condensador cerámico 1.0 μ f a 50 V

Fuente: Modulo Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_electrol%C3%ADtico

⁹ <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Los-condensadores.php>

2.5.7 Resistencia

Resistencia eléctrica es la dificultad u oposición que presenta un cuerpo al paso de una corriente eléctrica para circular a través de él. En el Sistema Internacional de Unidades, la resistencia se mide en ohmios, que se designa con la letra griega omega mayúscula, Ω . Para su medida existen diversos métodos, entre los que se encuentra el uso de un ohmetro. La resistencia que utilizaremos para la elaboración de la fuente es de $R= 240\Omega$ como se observa en la fotografía 2.7



Fotografía 2.7 Resistencia de 240Ω de la fuente +28VCC.

Fuente: Módulo Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.5.8 Potenciómetro

Un potenciómetro es un resistor al que se le puede variar el valor de su resistencia. De esta manera, indirectamente, se puede controlar la intensidad de corriente que hay por una línea si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencial de hacerlo en serie. Es un elemento de 3 terminales que funciona como 2 resistencias variables, pero la suma de ellas siempre permanece constante, el valor del potenciómetro que utilizaremos en la fuente es de $10K\Omega$.¹⁰

¹⁰ <http://www.wikipedia.org/wiki/Potenciómetro>

2.5.9 Placa baquelita perforada

Una placa de baquelita perforada es muy bueno a la hora de montar cualquier elemento eléctrico y/o electrónico para realizar cualquier combinación serie o paralelo ya que no es complicado.

2.5.10 Cable ms22759/16-22-9, tefzel insulación

El cable Tefzel insulated es usado en aviación para la instalación de elementos electrónicos y aviónicos, en la siguiente tabla se muestra algunas de sus características.

Tabla 2.6 Características del cable ms22759/16-22-9

| Tarifa de voltage (max.) | Temperatura del tipo de cable | Tipo de aislamiento | Tipo de conductor |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 600 V | 150 °C | Aislamiento de Fluoropolymer | Cobre cubierto de estaño |

Fuente: http://www.wire_ms22759/16-22-9tefzelinsulación.com

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.6 LabVIEW 8.6

La información que se presenta a continuación fue tomada de la siguiente fuente:
> LabVIEW básico 1 - National Instruments - Págs. 1.2-1.15, 2.15-2.17

2.6.1 Introducción

LabVIEW 8.6 es un lenguaje de programación gráfico que utiliza íconos en lugar de líneas de texto para crear las aplicaciones. En contraste con los lenguajes de programación basados en texto, donde las instrucciones determinan la ejecución del programa, en LabVIEW 8.6 el flujo de los datos determina la ejecución.

En el LabVIEW 8.6 se crea una interfaz de usuario utilizando un conjunto de herramientas y objetos. La interfaz del usuario es llamada el panel frontal. Posteriormente, se adiciona el código utilizando representaciones gráficas de funciones para controlar los objetos del panel frontal. El diagrama de bloques contiene dicho código. En ocasiones, el diagrama de bloques parece un diagrama de flujo. LabVIEW 8.6 está integrado para comunicarse con tarjetas de adquisición de datos (DAQ) insertables en la computadora. También se pueden realizar pruebas y mediciones, adquisición de datos, control de instrumentos, almacenamiento de datos, análisis de mediciones y aplicaciones de generación de reportes.

2.6.2 El ambiente de LabVIEW 8.6

Cuando se inicia el programa LabVIEW aparece el siguiente cuadro de diálogo, figura 2.21.

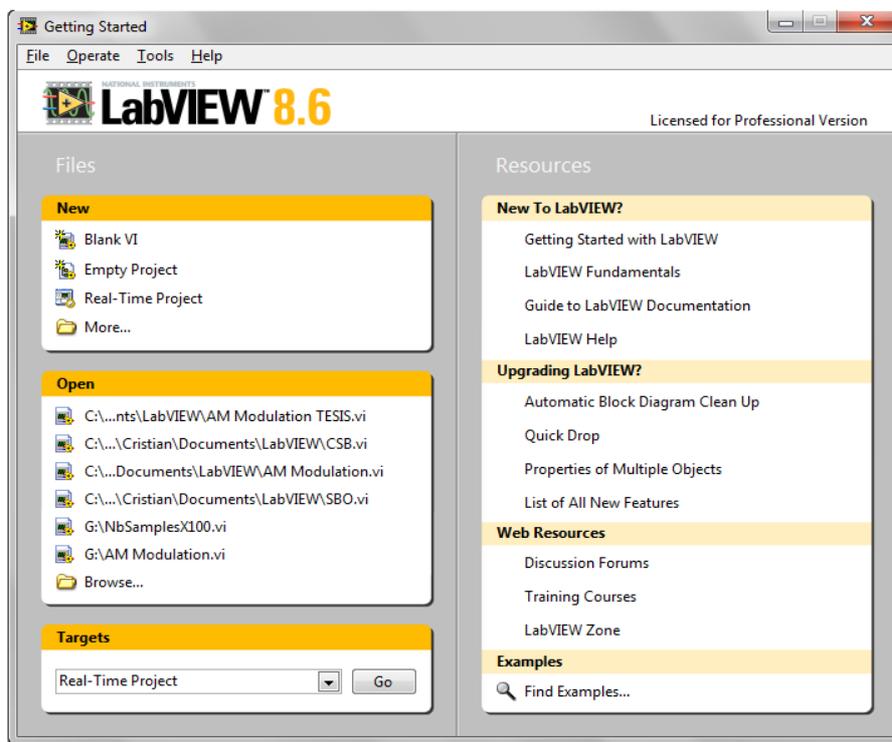


Figura 2.21 Cuadro de diálogo de LabVIEW

Fuente: Software de Programación LabVIEW 8.6

El cuadro de diálogo LabVIEW 8.6 está formado por las siguientes opciones:

- La opción New permite crear un nuevo VI.
- La opción Open permite abrir un VI ya existente. La flecha que está al lado del botón permite abrir archivos usados recientemente.
- La opción Help abre la ayuda de LabVIEW proporcionando instrucciones paso a paso y información de referencia.

2.6.3 Instrumentos Virtuales

Los programas de LabVIEW son llamados instrumentos virtuales o VI's. Los VI's contienen tres componentes principales: el panel frontal, el diagrama de bloques y el ícono/conector.

2.6.3.1 Panel frontal

La interfaz interactiva llamada panel frontal, simula la parte frontal de un instrumento físico. Este puede contener perillas, botones de control, graficadores y otros tipos de controles e indicadores de pantalla. Además del panel frontal, en esta ventana se encuentra un menú donde residen los indicadores y controles que se requiere para la elaboración de su aplicación.

El panel frontal tendrá la forma de un instrumento real y podrá ser maniobrado de acuerdo a sus necesidades, también tiene un conjunto de objetos encargados de la labor de arreglar matemáticamente los datos de entrada o aquellos capturados por la tarjeta; además ejercer un control en el entorno donde se manipulan dichos datos. En la siguiente figura 2.22 se muestra la pantalla del Panel Frontal.

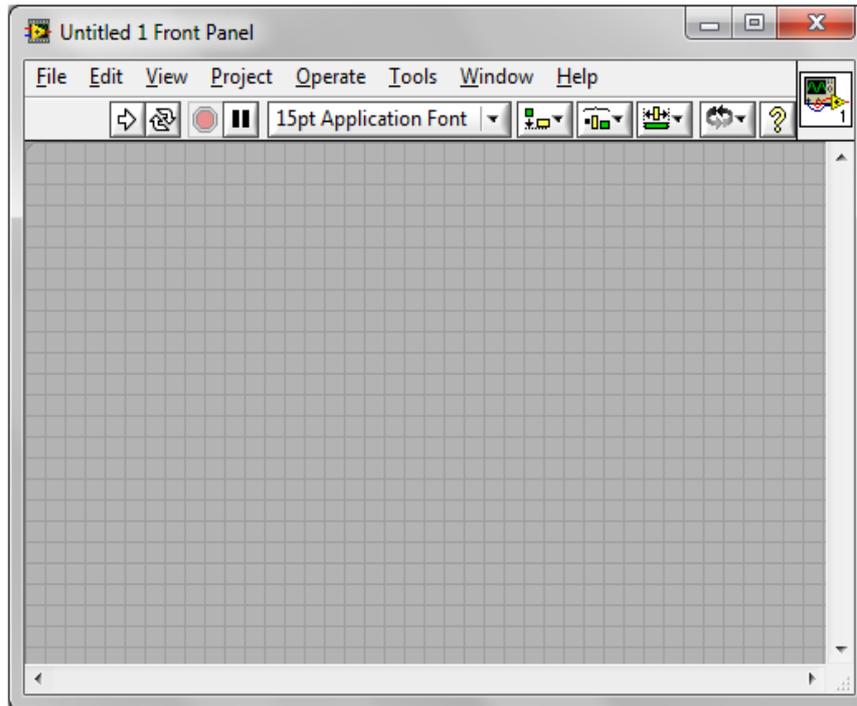


Figura 2.22 Panel frontal

Fuente: Software de Programación LabVIEW8.6

2.6.3.2 Barra de Herramientas del Panel Frontal

Se usa los botones de la barra de herramientas para ejecutar y editar unVI. La siguiente barra de herramientas aparece en el panel frontal, figura 2.23.

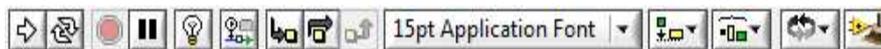


Figura 2.23 Barra de herramientas del panel frontal

Fuente: Software de Programación LabVIEW8.6

-  El botón Run sirve para ejecutar el VI.
-  Mientras se ejecuta el VI los botones cambian como se ve a continuación, siempre y cuando el VI sea un VI de alto nivel.
-  El botón Run a veces aparece roto (una flecha rota), como se ve a la izquierda. Esto indica que el VI tiene errores y no se puede ejecutar. Si se hace click

sobre dicho botón aparece la ventana Error List, la cual contiene la lista de los errores.



El botón Run Continuously sirve para ejecutar el VI hasta que se aborte o se haga una pausa. Para deshabilitar éste modo de ejecución se presiona nuevamente este botón.

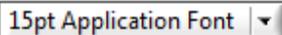


Mientras se ejecuta el VI aparece el botón Abort Execution (abortar la ejecución), éste botón detiene la ejecución inmediatamente.

Evite usar el botón Abort Execution para detener un VI. Permita que el VI se ejecute completo o diseñe un método para detener el VI mediante programación. Haciendo eso, el VI está en un estado conocido. Por ejemplo: Se puede detener un VI utilizando un interruptor en el panel frontal.



Para tener una pausa en la ejecución del VI se hace clic sobre el botón Pause. Cuando esto ocurre, LabVIEW ilumina o marca en el diagrama de bloques la localización donde se detuvo el VI en ejecución. Para continuar con la ejecución se hace clic nuevamente en el mismo botón.



Seleccione el menú descendente Text Settings para cambiar los atributos del tipo de letra utilizado, incluyendo tamaño, estilo y color.



Seleccione el menú descendente Align Objects para alinear objetos sobre los ejes, incluyendo vertical, borde superior, izquierda, etc.



Seleccione el menú descendente. Distribute Objects para distribuir los objetos equitativamente, incluyendo intervalos, comprensión. etc.



Seleccione el menú descendente reordena cuando se tienen objetos que se superponen uno a otro y se requiere definir cual va en frente de otro.

Seleccione uno de los objetos con la herramienta de posicionamiento y después escoja Move Forward (mover adelante), Move Backward (mover atrás), Move To Front (mover al frente) y Move To Back (mover al fondo).

2.6.3.3 Diagrama de bloques

El diagrama de bloques se define de manera genérica como el anverso o parte trasera del instrumento. Este contendrá los objetos necesarios para adquirir, procesar, gráficar y controlar el instrumento virtual. Los objetos utilizados se denominan funciones, constantes, subVI's, terminales, etc.

Cada control o indicador del panel frontal tendrá respectivamente como objeto en la ventana de diagramación un ícono; su forma y color dependerá del tipo de control o de indicador. Las conexiones lógicas se establecen a través de hilos y que permiten que los datos pasen de un bloque a otro, en la siguiente figura 2.24 se indica el diagrama de bloques del LabVIEW 8.6

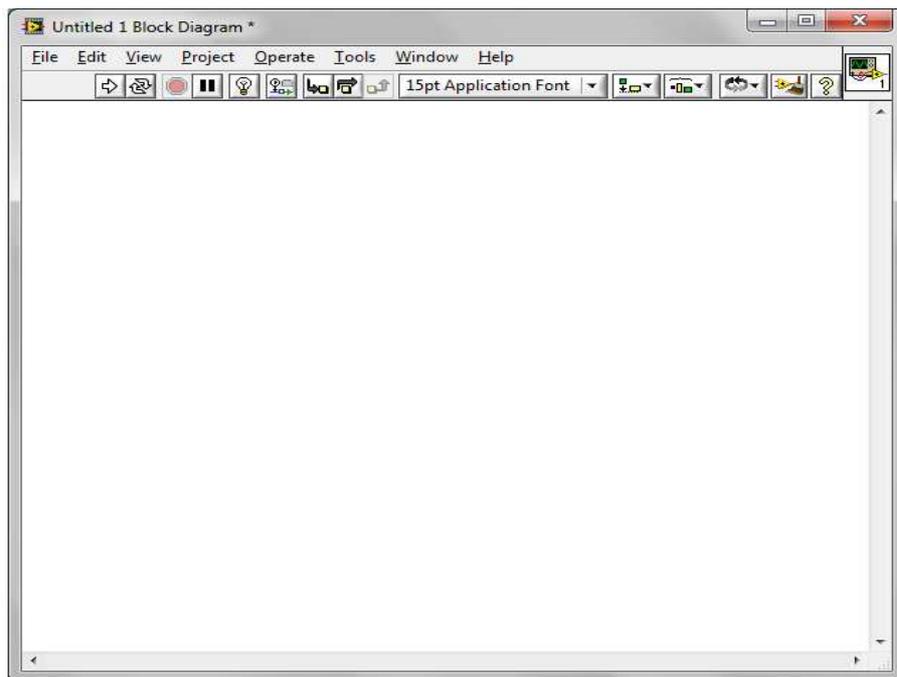


Figura 2.24 Diagrama de Bloques

Fuente: Software de Programacion LabVIEW 8.6

2.6.3.4 Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques

Cuando se ejecuta un VI aparecen los botones en la barra de herramientas del diagrama de bloques, los cuales pueden ser utilizados para depurar el VI. La siguiente barra de herramientas aparece en el diagrama de bloques, figura 2.25.

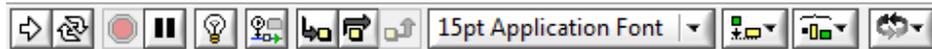


Figura 2.25 Barra de herramientas del diagrama de bloques

Fuente: Software de Programacion LabVIEW8.6

-  EL botón Highlight Execution sirve para ver el flujo de datos a través del diagrama de bloques. Se hace click nuevamente sobre el mismo botón para deshabilitar dicho modo.
-  El botón Step Into sirve para entrar a un ciclo, un subVI, etc. Ejecución paso a paso a través de un VI se hace nodo a nodo. Cada nodo parpadea para indicar cuando está listo para ejecutarse. Al entrar al nodo se está listo para ejecutar paso a paso el contenido de dicho nodo.
-  El botón Step Over sirve para habilitar el modo paso a paso en un loop, un subVI, etc. Este modo permite parar en cada uno de los nodos sin ejecutar paso a paso dentro de cada nodo.
-  El botón Step Out sirve para salir de un ciclo, un subVI, etc. Al salir de un nodo se completa la ejecución paso a paso de ese nodo y se va hacia el siguiente nodo.

2.6.3.5 Uso del panel frontal y el diagrama de bloques

El panel frontal se puede construir con controles é indicadores, los cuales son los terminales de entrada y salida interactivos del VI, respectivamente. Los controles son perillas, botones, diales y otros dispositivos de entrada. Los indicadores son gráficas, LED's y otros dispositivos de despliegue. Los controles simulan dispositivos de

entrada al instrumento y entregan los datos al diagrama de bloques del VI. Los indicadores simulan los dispositivos de salida del instrumento y presentan los datos que el diagrama de bloques adquiere o genera.

2.6.4 Paletas

LabVIEW tiene gráficas, paletas flotantes que ayudan a crear y ejecutar los VI's. Las tres paletas son Tools (herramientas), Controls (controles) y Functions (funciones). Dichas paletas se pueden ubicar en cualquier lugar de la pantalla.

2.6.4.1 Paleta de Herramientas

Se puede crear, modificar y depurar VI's utilizando las herramientas localizadas en la paleta flotante Tools. Esta paleta está disponible en el panel frontal y en el diagrama de bloques. Una herramienta es un modo de operación especial del cursor mouse. Cuando se selecciona una herramienta, el ícono del cursor cambia al ícono de la herramienta. Utilice las herramientas para operar y modificar objetos del panel frontal y del diagrama de bloques. Seleccione Window»Show Tools Palette para desplegar la paleta Tools. Esta paleta se puede ubicar en cualquier lugar de la pantalla. Presione la tecla <Shift> y click con el botón derecho del mouse para mostrar una versión temporal de la paleta Tools en la localización del cursor, en la siguiente figura 2.26 se muestra la Paleta de herraminetas.



Figura 2.26 Paleta de herramientas

Fuente: Software de Programacion LabVIEW8.6

Para alternar entre las herramientas de la paleta Tools presione la tecla <Tab>. Para cambiar entre las herramientas de posicionamiento y de cableado en el diagrama de bloques o entre las herramientas de posicionamiento y operación en el panel frontal, presione la barra espaciadora.



La herramienta de operación se utiliza para cambiar los valores de un control para seleccionar el texto sin el control. La herramienta de operación cambia al siguiente ícono cuando ella se mueve sobre un texto de control, tal como un control digital o tipo cadena.



La herramienta de posicionamiento se utiliza para seleccionar, mover o redimensionar objetos. La herramienta de Posicionamiento cambia a uno de los siguientes íconos que se muestran a continuación cuando el mouse pasa sobre la orilla de un objeto redimensionable.



La herramienta de etiquetado se utiliza para editar texto y crear etiquetas libres. La herramienta de etiquetado cambia al ícono que se muestra a continuación cuando usted crea etiquetas libres.



La herramienta de cableado se utiliza para unir objetos en el diagrama de bloques.



La herramienta de menú de acceso rápido se utiliza para tener acceso al menú de un objeto al oprimir el botón izquierdo del mouse.



La herramienta de puntos de ruptura se utiliza para poner puntos de ruptura en VI's, funciones, nodos, cables y estructuras para detener la ejecución en dicho punto.



La herramienta de pruebas se utiliza para crear probadores en cables del diagrama de bloques.



La herramienta de pruebas se utiliza para chequear valores intermedios en un VI que produce resultados dudosos o inesperados.



La herramienta de color se utiliza para colorear un objeto. Esta herramienta también despliega el color del fondo y del primer plano del objeto.

2.6.4.2 Paletas de Controles y Funciones

Las paletas Controls y Functions contienen subpaletas de objetos que se puede utilizar para crear un VI. Cuando se hace click a un icono de subpaleta, la paleta entera cambia al contenido de la subpaleta que se escogió. Para utilizar un objeto de las paletas se realiza un click sobre él y se lo coloca en el panel frontal o en el diagrama de bloques. En las paletas Controls y Functions se utiliza los botones de navegación para navegar y buscar controles, VI's y funciones.

2.6.4.3 Paleta de Controles

La Paleta Controls se utiliza para poner controles e indicadores y está disponible únicamente en el panel frontal. Para desplegar la Paleta Controls haga click con el botón derecho del mouse en el área de trabajo del Panel Frontal, la figura 2.27 muestra a la Paleta de Controles.



Figura 2.27 Paleta de controles

Fuente: Software de Programacion LabVIEW 8.6

➤ **Controles**

Los controles cumplen la función básica de ingresar y a la vez modificar datos de la aplicación, estos pueden ser de tipo numéricos, booleanos, caracteres, solos o en forma de arreglos.

➤ **Indicadores**

Los indicadores tienen la función de mostrar los resultados obtenidos de la aplicación, existen varios tipos de indicadores como: indicadores numéricos, indicadores booleanos, monitores, etc.

2.6.4.4 Paleta de Funciones

La paleta Functions como se muestra en la figura 2.28 se utiliza para construir el diagrama de bloques y se dispone de esta paleta únicamente en el diagrama de bloques. Para desplegar la paleta Functions haga click con el botón derecho del mouse en el área de trabajo del diagrama de bloques.

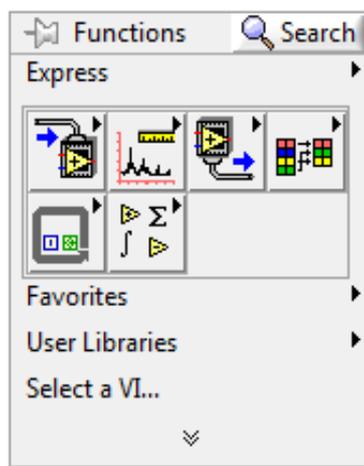


Figura 2.28 Paleta de funciones

Fuente: Software de Programacion LabVIEW8.6

2.6.5 Controles e indicadores

2.6.5.1 Controles numéricos

Son aquellos que únicamente permiten ingresar datos del tipo numéricos, a continuación se muestra un control tipo numérico en la figura 2.29.

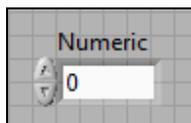


Figura 2.29 Control numérico

Fuente: Software de Programacion LabVIEW8.6

2.6.5.2 Indicadores numéricos

Permiten monitorear los resultados a la salida de los procesos numéricos, estos pueden ser gráficos de termómetros, tanques o un simple indicador numérico como se muestra a continuación en la figura 2.30.

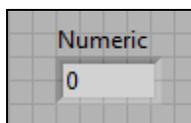


Figura 2.30 Indicador numérico

Fuente: Software de Programacion LabVIEW8.6

2.6.5.3 Controles booleanos

Los controles booleanos son aquellos que permiten la entrada únicamente de datos verdadero o falso, 1 ó 0 un tipo de control se indica en la figura 2.31



Figura 2.31 Control booleano

Fuente: Software de Programacion LabVIEW8.6

2.6.5.4 Indicadores booleanos

Proporcionan los datos obtenidos a las salidas booleanas y pueden tener apariencia de leds, lámparas, banderas, etc. como se indica en la figura 2.32.

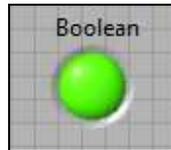


Figura 2.32 Indicador booleano

Fuente: Software de Programacion LabVIEW8.6

2.6.6 Estructuras

Las estructuras controlan el flujo de datos en un VI. Las estructuras se utilizan en el diagrama de bloques para repetir partes del código y ejecutarlo condicionalmente o en un orden específico, LabVIEW incluye cuatro tipos de estructuras que se observa en la figura 2.33 y estos son:

- Estructura While loop
- Estructura For loop
- Estructura case
- Estructura sequence

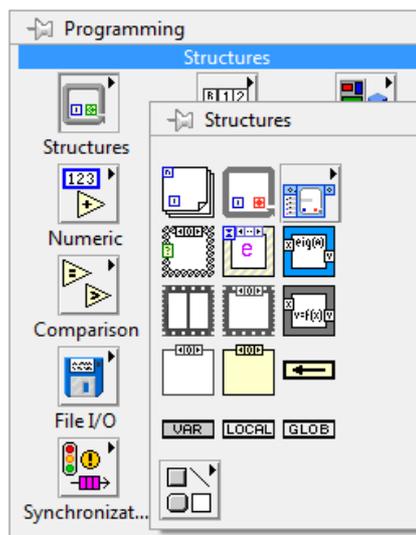


Figura 2.33 Tipos de estructuras

Fuente: Software de Programacion LabVIEW 8.6

2.6.6.1 While Loop

Un ciclo While Loop ejecuta un subdiagrama hasta que se cumpla alguna condición específica, este proceso es controlado por un terminal condicional que recibe un valor booleano específico para ejecución del subdiagrama. Además tiene un terminal de iteración el cual indica el número de veces que se ha ejecutado el bucle, la siguiente figura 2.34 muestra la Estructura While Loop.



Figura 2.34 Estructura While Loop

Fuente: Software de Programacion LabVIEW8.6

2.6.6.2 Estructura For Loop

Este tipo de estructura es usado cuando se quiere que una operación se ejecute un determinado número de veces. A continuación se indica sus respectivos terminales y en la figura 2.35 la imagen de un Laso Loop.

- a) Terminal contador: Corresponde al número de veces que se ejecutará el subdiagrama creado en el interior de la estructura.
- b) Terminal de iteración: Corresponde al número de veces que se ha ejecutado el subdiagrama creado en el interior de la estructura.



Figura 2.35 Estructura For Loop

Fuente: Software de Programacion LabVIEW8.6

2.6.6.3 Estructura Case

Este tipo de estructuras son usadas cuando el número de alternativas disponibles sean dos o más, su imagen se indica en la figura 2.36. Esta estructura consta de un terminal llamado selector y un conjunto de subdiagramas.

- ✓ Para datos booleanos se tendrá dos Case: Falso y verdadero.
- ✓ Para datos numéricos se tendrá hasta 214 Case

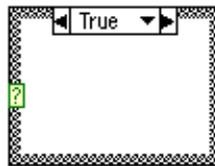


Figura 2.36 Estructura Case

Fuente: Software de Programacion LabVIEW 8.6

2.6.6.4 Estructura Sequence

Esta estructura es parecida a una estructura de película que puede constar de uno o más subdiagramas, o estructuras que se ejecutan consecuentemente en el orden que aparecen, en la figura 2.37 se indica una estructura sequence.

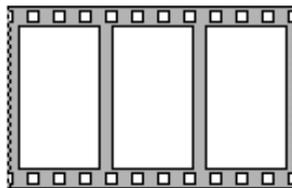


Figura 2.37 Estructura Sequence

Fuente: Software de Programacion LabVIEW8.6

2.7 Tarjeta Multifunción DAQ NI PCI-6014

Esta tarjeta soporta salidas analógicas, operaciones de E/S digitales y de contador/temporizador juntas con operaciones de entrada analógica. Al usar hardware de NI, usted tiene flexibilidad de opciones en el OS, ambiente de desarrollo de aplicaciones y software de aplicación, en la fotografía 2.8 se indica la tarjeta multifuncion DAQ NI PCI-6014.



Fotografía 2.8. Tarjeta DAQ Multifunción NI PCI-6014

Fuente: <http://sine.ni.com/nips/cds/print/p/lang/es/nid/11442>

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

2.7.1 Características

- Software NI-DAQmx de servicios de medida para simplificar configuración y medida.
- Funcionalidad básica para aplicaciones simples o productos OEM.
- Dos salidas analógicas; 8 líneas de E/S digitales; dos contadores de 24 bits; disparo digital.
- Integración con LabVIEW, LabWindows/CVI y Measurement Studio para Visual Basic y Visual Studio .NET

2.7.2 Especificaciones

Tabla 2.7 Especificaciones Tarjeta DAQ Multifunción NI PCI-6014

| Entrada Analógica | |
|---------------------------------------|----------------|
| Canales de una sola terminal | 16 |
| Canales Diferenciales | 8 |
| Resolución | 16 bits |
| Velocidad de Muestreo | 200 kS/s |
| Máx. Voltaje de Entrada Analógica | 10 V |
| Rango de Voltaje Máximo | -10 V , 10 V |
| Precisión Máxima del Rango de Voltaje | 8.984 mV |
| Rango de Voltaje Mínimo | -50 mV , 50 mV |
| Mínima Precisión del Rango de Voltaje | 0.069 mV |
| Memoria Interna | 512 muestras |

| Salida Analógica | |
|---------------------------------------|--------------|
| Canales | 2 |
| Resolución | 16 bits |
| Máx. Voltaje de Salida Analógica | 10 V |
| Rango de Voltaje Máximo | -10 V , 10 V |
| Precisión Máxima del Rango de Voltaje | 5827 μ V |
| Rango de Voltaje Mínimo | -10 V , 10 V |
| Mínima Precisión del Rango de Voltaje | 5827 μ V |
| Razón de Actualización | 10 kS/s |
| Capacidad de Corriente Simple | 5 mA |

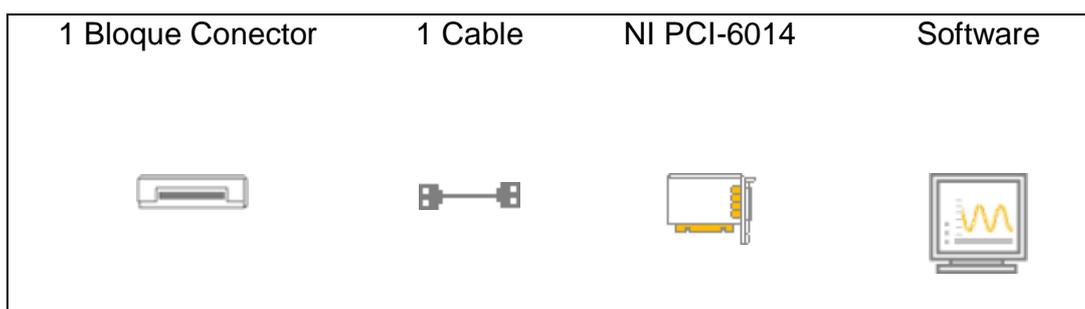
| E/S Digital | |
|-------------------------------|--------------------|
| Canales Bidireccionales | 8 |
| Temporización | Software |
| Niveles Lógicos | TTL |
| Entrada de Flujo de Corriente | Sinking , Sourcing |
| Salida de Flujo de Corriente | Sinking , Sourcing |
| Capacidad de Corriente Simple | 24 mA |
| Capacidad de Corriente Total | 192 mA |
| Máximo Rango de Entrada | 0 V , 5 V |
| Máximo Rango de Salida | 0 V , 5 V |

| Contadores/Temporizadores | |
|-------------------------------------|-----------|
| Número de Contadores/Temporizadores | 2 |
| Rango Máximo | 0 V , 5 V |
| Frecuencia Máxima de la Fuente | 20 MHz |
| Entrada Mínima de Ancho de Pulso | 10 ns |
| Generación de Pulso | Sí |
| Resolución | 24 bits |
| Estabilidad de Tiempo | 100 ppm |
| Niveles Lógicos | TTL |

Fuente: <http://sine.ni.com/nips/cds/print/p/lang/es/nid/11442>

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

Cada NI PCI-6014 requiere:



¹¹

Figura: 2.38 Partes de una NI PCI-6014

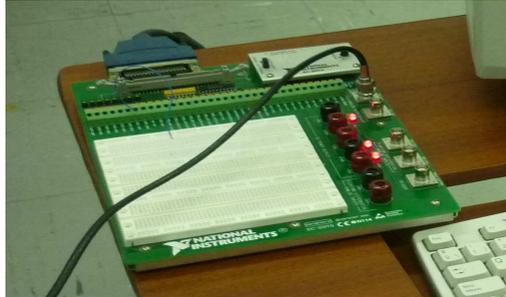
Fuente: <http://sine.ni.com/nips/cds/print/p/lang/es/nid/11442>

2.8 Módulo SC-2075

El Módulo SC-2075 es un accesorio conector para construir circuitos y conectarlos a instrumentos virtuales de manera conveniente. Es compatible con las tarjetas de adquisición de datos de la Serie E y legado de la Serie 1200. Una fuente de alimentación de ± 15 V está disponible para construir circuitos, usted puede escoger la fuente de potencia desde la tarjeta o fuente de alimentación externa. La tarjeta es desmontable para ser reemplazada después de mucho uso. El Módulo SC-2075

¹¹ <http://sine.ni.com/nips/cds/print/p/lang/es/nid/11442>

ofrece tres postes de unión para salidas de 15 V, dos postes de unión para salidas de 0-5 V y dos postes de unión para entradas analógicas, en la fotografía 2.9 se indica el Modulo SC-2075.



Fotografía 2.9 Modulo SC-2075

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

2.8.1 Características:

- Tamaño de la tarjeta de 3.75 por 5.25 pulgadas.
- Conectores BNC para entradas/salidas analógicas y disparo digital.
- Conector de la tarjeta compatible con dispositivos DAQ de la Serie E y legado 1200.
- Potencia integrada de 15 V (o ajustable de 0-5 V).
- Terminales de resorte para tener acceso a entradas/salidas y señales de temporización.
- Dispositivo ideal para laboratorios académicos¹².

2.9 Generador de Señal Sintetizado 8656B.

El Agilent 8656B es un generador programable de señal sintetizada que combina rendimiento, calidad y economía, que abarca el rango de 0.1 a 990 MHz de frecuencia. Ofreciendo una precisión de ± 1 dB y nivel de resolución de 0,1 dB, con niveles de salida calibrado en el rango de 13 a -127 dBm, el Agilent 8656B ofrece un control preciso de salida. Además, su capacidad de modulación incluyen modos de

¹² <http://sine.ni.com/nips/cds/print/p/lang/es/nid/10806>

modulación simultánea y se mezcla de fuentes internas (400 Hz y un tono KHz) y externos. Estas características crean un generador de señal versátil, para uso en una variedad si las aplicaciones, la fotografía 2.10 indica el Generador de Señal Sintetizador 8656B.

- 100 kHz a 990 MHz de frecuencia de cobertura
- <35 ms de velocidad de conmutación de frecuencias
- AM y FM capacidades
- Precisión de ± 1 dB el nivel
- La amplitud y la fase de desplazamiento modifica las capacidades.



Fotografía 2.10 Generador de Señal Sintetizado

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

2.9.1 Precisos de control de salida.

El 8656B HP proporciona una precisión de $\pm 1,0$ absoluta nivel dB y una resolución de 0,1 dB, con niveles de potencia calibrado sobre 13 a -127 dBm. El nivel de salida puede ser compensado para compensar las pérdidas externas al generador. Fugas de RF está bien protegido a $< 1,0$ mV y 25Ω , poder de protección contra la inversión contra daños accidentales.

2.9.2 Versátil modulación.

El 8656B HP es capaz de AM simultánea y la modulación FM. El instrumento proporciona una frecuencia interna de 1kHz y 400Hz y también acepta frecuencias externas. AM está acoplada en AC, mientras que FM puede ser CA o CC-juntado. El acoplamiento-DC es muy estable (<10 Hz/deriva hora) y exacta (± 500 Hz centro de precisión de la frecuencia).¹³

2.10 Generador de Señal de Aviónica VOR/ILS 479S-6A.

Este generador es de precisión y de calidad durable Collins y tienen la reputación como siendo uno de los generadores más exactos y más estables de la aviónica disponibles. El generador de señal de VOR/ILS tiene todas las capacidades requeridas para probar y localizar averías en receptores de navegación VOR, ILS, y Marker Beacom. La opción de la tienda/memoria (incluida) permite hasta 99 disposiciones de prueba. Esta característica toma virtualmente la conjetura se cumple de situaciones múltiples de la prueba de banco, la fotografía 2.1 indica el Generador de Señal VOR/ILS 479S-6A.



Fotografía 2.11 Generador de Señal VOR/ILS 479S-6A

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

¹³ Operación y Calibración Manual HP Parte 08657-90115 (Generador de Señal Sintetizado)

2.10.1 Especificaciones:

- Faro de marcador: 75MHz \pm 0.4 MHz
- VOR/LOC: 108 hasta 118 MHz
- Transparencia: 329 hasta 335 MHz
- Comm VHF: 118 hasta 152 MHz
- Partes radiales a elección del VOR 000.00 hasta 359.99^o a 0.01^o de incrementos
- 1020Hz tono de audio para la señal de identificación del CW
- Audio auxiliar: 30 Hz hasta 14 kHz (0.1 Hz pasos)
- Rf variable salida: 6 a -120 dBm

2.10.2 Generador ILS (Localizador/Senda de planeo)

El ILS ofrece una guía de precisión a una aeronave que se acerca a la pista, el localizador le da una posición vertical relativa al centro de la pista y el Glide Slope le da una posición horizontal relativa al centro de la senda de planeo, normalmente 3°. El GUI puede modificar la frecuencia portadora, el nivel de RF, la frecuencia de los tonos de 90/150 Hz y su modulación independiente, la modulación total, la fase 90/150, DDM (left/right – up/down) y todos los códigos de IDENT.¹⁴

¹⁴ www.Busca De Collins generador de señal 479S-6A VOR ILS NAV

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3 Banco Didáctico de Aviación Glide Slope

El Módulo Didáctico de Aviación del sistema Glide Slope se diseñó en base a la tarjeta Glide Slope del equipo receptor de la Collins VIR-30 (Receptor ILS-VOR), el control VHF 313-4D y el indicador IND-350, alimentados y acoplados de tal manera que se pueda observar el proceso de operación cuando una aeronave realiza el aterrizaje. La señal de entrada será generada mediante un software de programación LabVIEW 8.6 y modulada por medio de un Generador de Señal Sintetizado el cual me proporcione una señal Glide Slope capaz que el Módulo Didáctico reconozca, procese e indique una deflexión en la barra del indicador.

Para una buena instrucción se tomaron puntos de prueba en donde el alumno puede ir observando el proceso que realiza el equipo con la señal hasta dar una indicación y adicional se puede provocar fallas en el banco didáctico para que muestre falencias en su funcionamiento y así el alumno mediante su análisis pueda determinar el error.

3.1 Mantenimiento del Sistema Glide Slope

El trabajo de investigación y mantenimiento del Sistema Glide Slope se realizó en el Ala de Transporte No 11 Quito en el Escuadrón de Electrónica en donde existen las Ordenas Técnicas de los componentes del Sistema y también proporciona todos los materiales y herramientas para el trabajo deseado, lugar en que se desmontó y se realizó el chequeo de cada una de las partes del Sistema G/S e implementamos los trabajos requeridos para su funcionamiento, para posteriormente ensamblarlo en el Banco Didáctico operando en su totalidad. A continuación se detallan los trabajos realizados en el desarrollo del proyecto.

3.1.1 Implementación de la Fuente de Poder

Para el funcionamiento del Banco Didáctico de Aviación Glide Slope se necesitan de los voltajes necesarios que requiera la tarjeta G/S y el control VHF 313-4D para una correcta operación. Los voltajes fueron adquiridos de una fuente de alimentación de computadora ya que este nos proporciona de una forma directa valores de los voltajes requeridos por el sistema Glide Slope con una corriente satisfactoria.

Los voltajes que se adquirieron de dicha fuente son los siguientes: +12VCC, -12VCC y GND (Tierra), mientras que para el voltaje de +28 VCC se diseño una fuente específica. A continuación se muestra los colores de los cables con sus respectivos voltajes y en la fotografía 3.0 se indica la fuente de poder que se utilizo para la realización del proyecto:

- Naranja y negro: +12VCC
- Azul y negro: -12VCC
- Negro: GND



Fotografía 3.0 Fuente de alimentación de computadora

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Para la fuente de los +28 VCC se diseño en base al diagrama de la figura 3.0; en donde el circuito primeramente es protegido por un fusible en caso de corto circuito o alta tensión, de ahí alimenta a un transformador reductor el cual disminuye el voltaje de entrada de 115 VAC a 24 VCA para luego este voltaje enviar al puente de diodos rectificadores quien nos entrega un voltaje continuo con rizado.

Este voltaje al pasar por el condensador de 1000 μ F elimina el rizado obteniendo un voltaje netamente continuo hasta que llega al regulador de voltaje NTE970 el cual por medio de la resistencia variable R2 se puede regular al voltaje deseado, en nuestro caso lo dejaremos en +28 VCC o un poco menor que dara un correcto desempeño al momento de utilizarlo. Esta fuente esta diseñada en base al regulador de voltaje NTE970 en cual es capaz de manejar hasta 3A para que no exista ningun inconveniente de corriente con el equipo al utilizalo en el proyecto.

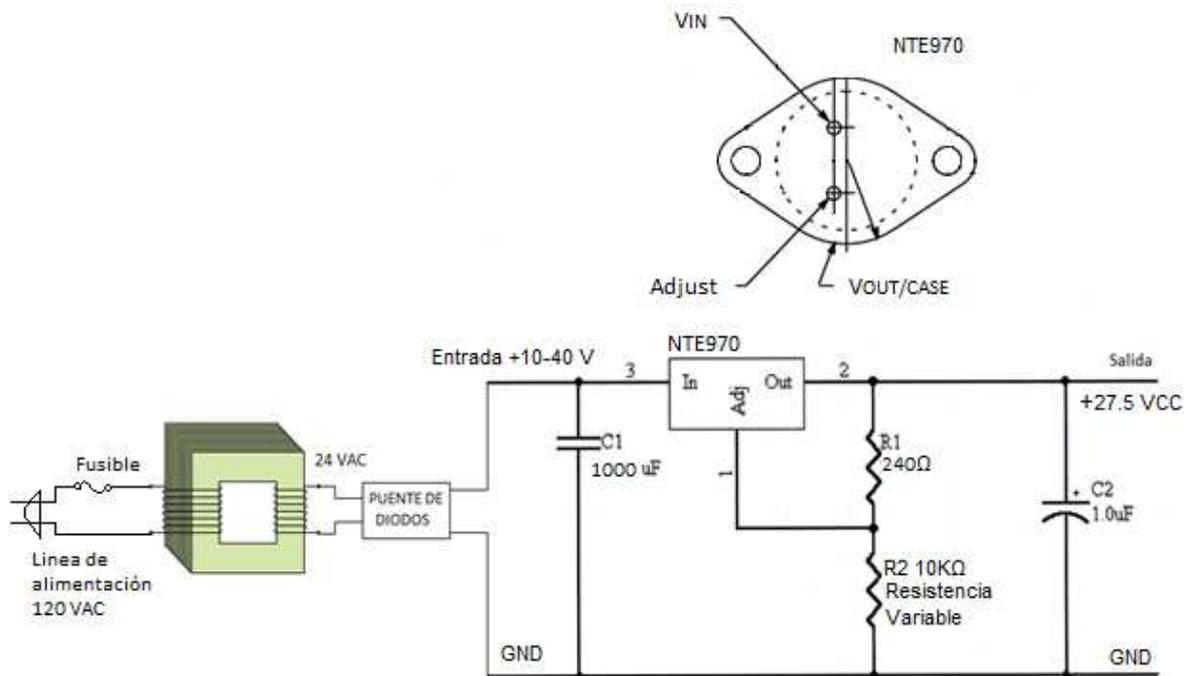
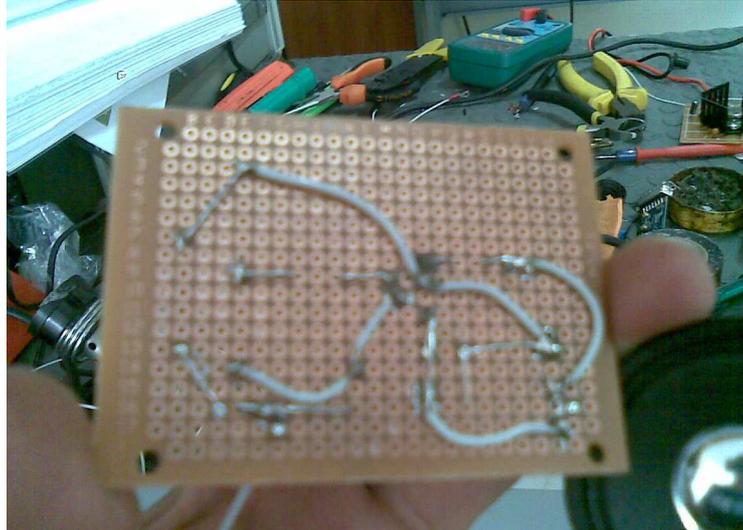


Figura 3.0 Esquema de la fuente de +28 VCC

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

La fotografía 3.1 indica la parte interna de la placa en el momento de su construcción y en la fotografía 3.2 se observa la placa terminada e instalada en el Banco Didáctico.



Fotografía 3.1 Construcción de la fuente de +28 VCC

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian



Fotografía 3.2 Fuente de +28 VCC terminada e instalada en el Banco Didáctico.

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En la siguiente fotografía 3.3 se observa las dos fuentes de poder instaladas en el Banco Didactico y con las conexiones de alimentación a la tarjeta GS y el Control VHF.



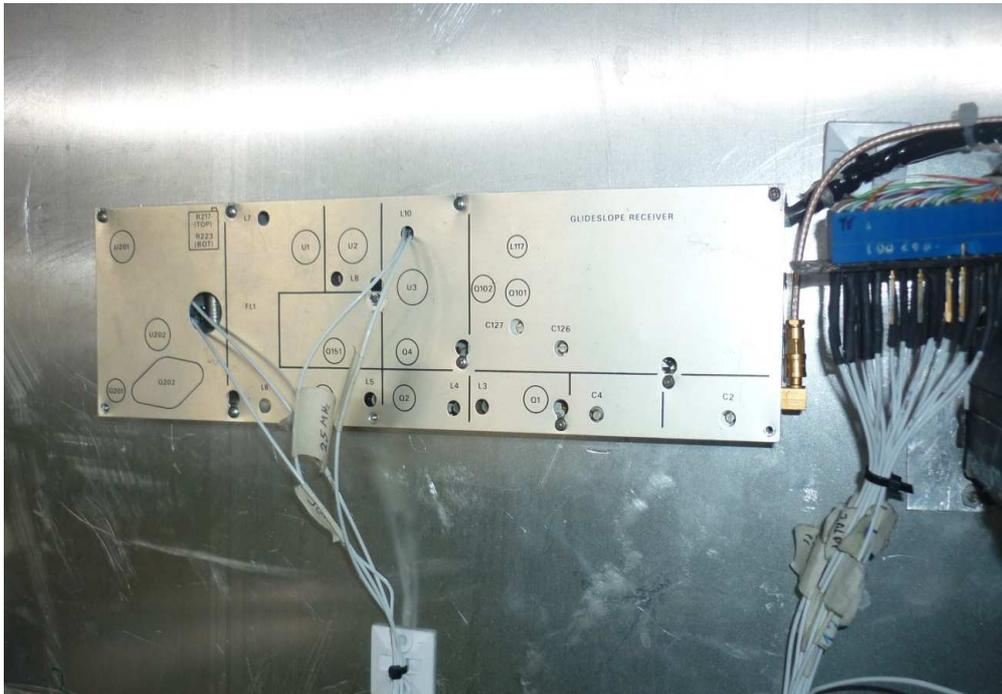
Fotografía 3.3 Instalación de las fuentes de alimentación en el Banco Didáctico.

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.1.2 Tarjeta Glide Slope

La tarjeta Glide Slope que utilizaremos en nuestro Banco Didáctico de Aviación Glide Slope fue extraída directamente del equipo Receptor de Navegación VIR-30 (N.P. 618-1969-001), el cual trabaja en modo VOR/ILS. En la fotografía 3.4 se indica dicha tarjeta G/S con su conector de entradas y salidas, y el cable de conexión de la señal Glide Slope a la tarjeta.



Fotografía 3.4 Tarjeta Glide Slope del Receptor de Navegación VIR-30.

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

A continuación se detalla el funcionamiento de la tarjeta GS con sus respectivos diagramas para una mejor comprensión de su funcionamiento.

3.1.2.1 Teoría Funcional de la Tarjeta Glide Slope

Refiérase a la Figura 3.1, el receptor Glide Slope opera en frecuencias entre 329,15 y 335,00 MHz que se combinan con las frecuencias del localizador. El receptor de la senda de planeo se modulará con la frecuencia del localizador seleccionado para las líneas de control de frecuencias como el receptor VOR/ LOC. El receptor Glide Slope decodifica el control de información para procesar la correcta frecuencia Glide Slope apareada.

Las frecuencias de selección de 1 MHz y 0,1 MHz señales contenidas en el control de frecuencia de códigos 2-fuera-de-5 son suministrados al oscilador de 20-canales Q101, Y101 a través de Y120. La selección de frecuencia de 0,01 MHz señal contenida en el control de código es suministrado al oscilador de 2-canales Q151, Y151, Y152. El oscilador de 20-canales produce frecuencias que son aplicadas a través del multiplicador X3 Q102, que son de 268,15 a 273,85 MHz. La salida del multiplicador X3 suministra al primer mezclador Q1. El oscilador de 2-canales produce una frecuencia de 35,65 o 35,50 MHz, el cual es suministrado al segundo mezclador Q3.

La señal de RF de 329,15 a 335,00 MHz de la antena del Glide Slope o senda de planeo se aplica a través de un filtro pasa banda al primer mezclador Q1. Mezclador Q1 combina la señal de la senda de planeo con la frecuencia del oscilador de 20-canales del multiplicador X3 Q102 para producir una señal IF (Frecuencia Intermedia) de 61,00 a 61,15 MHz que se aplica a través del amplificador de IF de 60 MHz Q2 al segundo mezclador Q3. El mezclador Q3 combina la señal de FI con la salida del oscilador de 2-canales Q151, Y151, Y152 para producir una señal de FI de 25,5 MHz que es aplicado a través de los amplificadores de FI U1 y U2 al detector CR1, CR2, U3A. El circuito detector detecta la señal de IF y aplica las señales de 90 y 150 Hz a los filtros de 90 y 150 Hz (U201A y U201B). El circuito detector también produce componentes de corriente continua que son aplicados al filtro pasa bajo y al amplificador AGC U3B.

Filtro pasa bajo y el amplificador AGC U3B funciona como un integrador. El integrador filtra la componente de corriente alterna de la salida del detector. A medida que la amplitud de la señal detectada se hace más grande, la salida del amplificador AGC U3B se hace más positivo, la reducción de la ganancia del amplificador de FI U1 y U2. Al mismo tiempo, la salida del inversor AGC Q4 se hace más negativo, reduciendo la ganancia del amplificador de IF de 60 MHz Q2 y segundo mezclador Q3.

El filtro de 90 Hz pasa la componente de 90 Hz de la señal detectada 90/150 Hz, y el filtro de 150 Hz pasa la componente de 150 Hz. Tanto las salidas de los filtros de 90 y 150 Hz de U201A y U201B son rectificadas y comparadas en la red diferencial R218, R219, C207, C208. El control GLIDESLOPE CENTERING R217 se ajusta de modo que cuando la señal de 90 Hz es igual a la señal de 150 Hz, la desviación de la senda de planeo es cero. La desviación de la senda de planeo de la red diferencial se aplica a los amplificadores de desviación U202A.

El voltaje al terminal positivo de C207 es negativa cuando la señal de 90 Hz predomine (el avión está por encima de la senda de planeo). Esta señal es positiva cuando la señal de 150 Hz predomine (el avión es inferior a la senda de planeo). El amplificador U202A invierte la entrada de la desviación senda de planeo para producir una salida que es negativo (-) cuando el puntero en el indicador de puntos es para conducir hasta arriba (aeronave por debajo de la senda de planeo) o positivo (+) cuando el indicador de puntos es para conducir por abajo (aeronaves por encima de la senda de planeo). La ganancia de U202A se controla mediante el ajuste de DESVIACIÓN GAIN control R223. La desviación de la senda de planeo se aplica al indicador desviación glideslope. A continuación se indica en la figura 3.1 el diagrama de bloque de la tarjeta Glide Slope del VIR-30¹⁵.

¹⁵ Orden Técnica del Receptor de Navegación VIR-30

En la figura 3.2 podemos apreciar la primera parte el diagrama eléctrico de la tarjeta Glide Slope.

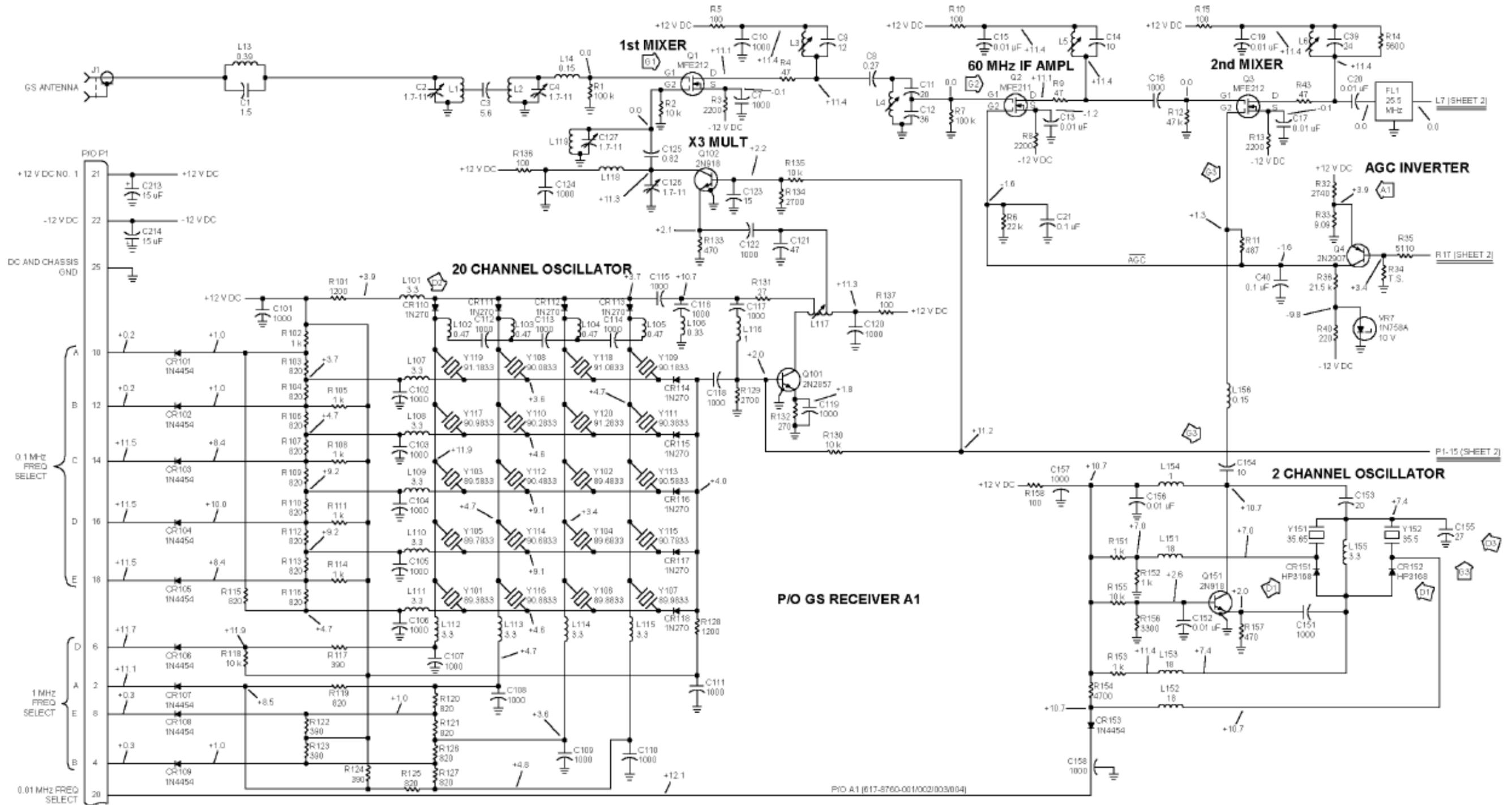


Figura 3.2 Diagrama del Receptor Glide Slope parte 1.

Fuente: Orden Técnica del Receptor de Navegación VIR-30.

En la figura 3.3 podemos apreciar la segunda parte el diagrama eléctrico de la tarjeta Glide Slope.

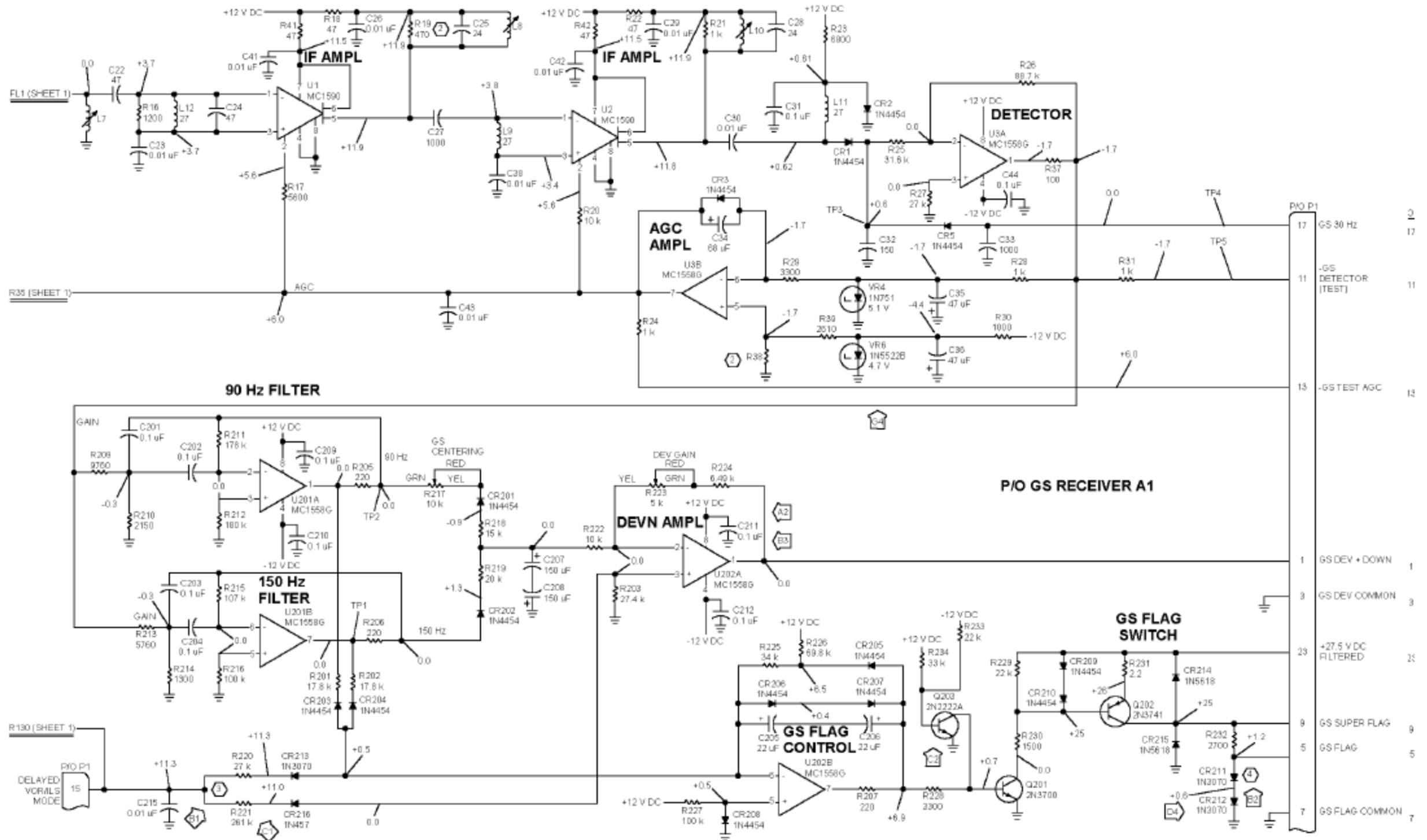


Figura 3.3 Diagrama del Receptor Glide Slope parte 2.

Fuente: Orden Técnica del Receptor de Navegación VIR-30.

3.1.3 Teoría Funcional del Control VHF 313-4D

El equipo Control VHF 313N-4D tiene capacidad de control de frecuencia desde 108.00 a 117.95 MHz con una separación entre canales de 50KHz. Desde el primer dígito es siempre 1, únicamente los cuatro últimos dígitos son seleccionables. Estos son los grupos de 10-MHz, 1-MHz, 0.1-MHz, y 0.01-MHz

El control de frecuencia de Mega Hertz maneja los interruptores el trasero S2B y el frontal S2B para selección de los dígitos de 10-MHz y el interruptor trasero S2A y el frontal S2A para selección de los dígitos de un 1-MHz, los dígitos de 10-MHz será cualquiera de los dos 0 o 1. Tanto los cables A, B, C, y E son requeridas. El dígito de 1-MHz puede ser de 0 hasta 9 y se necesita el grupo de cinco cables completo.

El control de frecuencia de kilo hertz maneja los interruptores detrás S1 y el frontal S1 para selección de los dígitos de 0.01-MHz y 0.1-MHz, respectivamente. El dígito de 0.1-MHz puede ser de 0 hasta 9 y requiere un grupo de 5 cables. El dígito de 0.01-MHz puede ser tanto un 0 o 5, y únicamente dos cables, B y C, son usados para la necesidad de un interruptor adicional. El cable B es conectado a la frecuencia común por frecuencias terminadas en 5 y el cable C por frecuencias terminadas en 0.

Los interruptores posteriores S1 y S2B operan en conjunto y proveen una tierra para energizar el relé del LOC/GS en el receptor de navegación en las frecuencias de ILS. A continuación se muestra el diagrama del control VHF 313-4D en la figura 3.4 de una forma detallada de su estructura interna.¹⁶

¹⁶ Orden Técnica del Control VHF 313N-4/4A/4B/4C/4D

DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL CONTROL VHF 313-4D

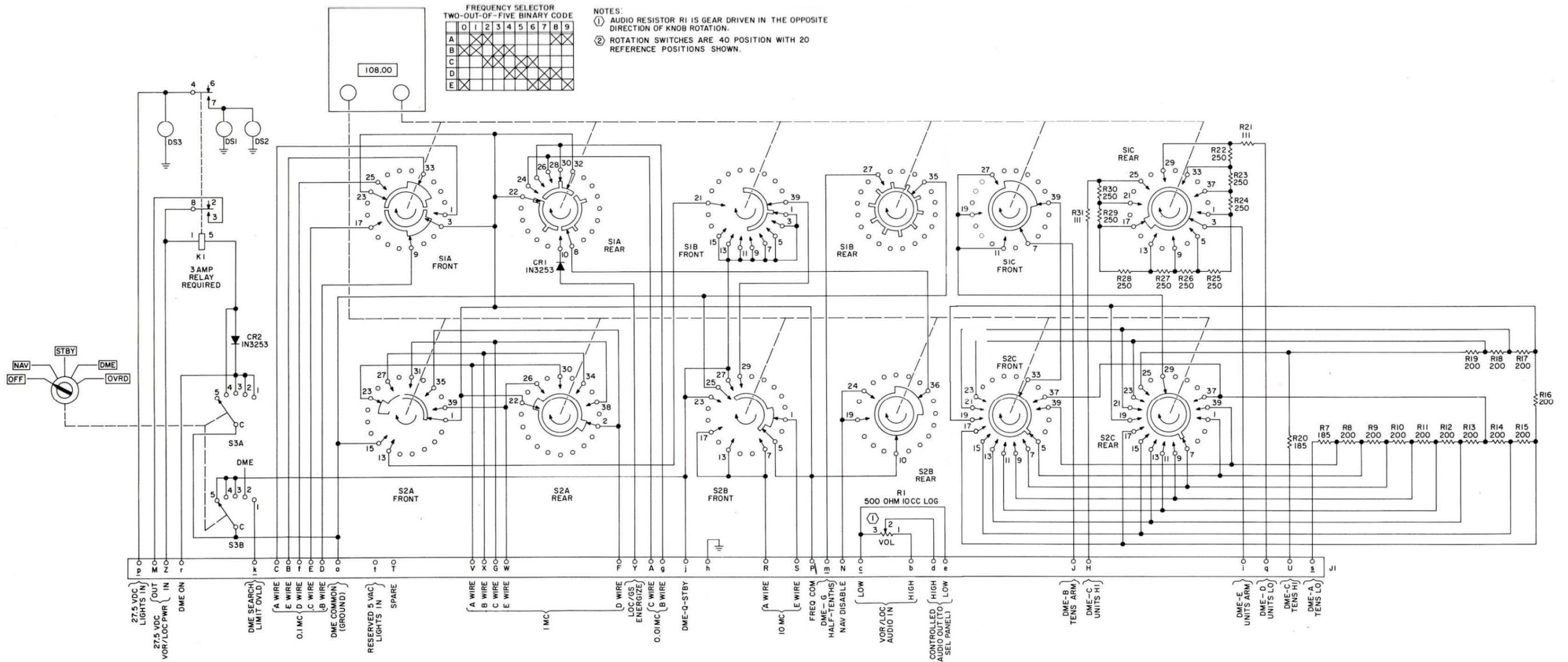


Figura 3.4 Diagrama Eléctrico del Control VHF 313-4D

Fuente: Orden Técnica del Control VHF 313N-4/4A/4B/4C/4D

En la tabla 3.0 se indica los pines de entradas y salidas con su respectiva función del equipo Control VHF 313-4D para la conexión con la tarjeta Glide Slope del VIR-30 y su alimentación.

Tabla 3.0 Funciones de los pines

| CONTROL VHF 313N-4D (Collins número de parte 522-3616-00) | | | |
|--|---|------------|-------------------------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN |
| A | Tierra común DME | F | Cable de 1-MHz D |
| b | Audio de VOR/LOC en alto | G | Cable de 1-MHz C |
| c | Audio de VOR/LOC en bajo | H | DME – F unidades altas |
| d | Audio fuera de alto | J | DME – B brazo de los diez |
| e | Audio fuera de bajo | M | Salida 27.5-Vdc VOR/LOC |
| f | Cable de 0.1-MHz D | N | NAV inhabilitación |
| g | Cable de 0.01-MHz B | P | Frecuencia común |
| h | Tierra | R | Cable de 10-MHz A |
| i | DME - E brazo de las unidades | S | Cable de 10-MHz E |
| j | DME - Q STBY | U | DME – C diez altos |
| k | Invalidación del límite de búsqueda del DME | V | Cable de 1-MHz A |
| m | DME - mitad G - decimos | W | Cable de 1-MHz E |
| p | 27.5-Vdc luz adentro | X | Cable de 1-MHz B |
| q | DME -D unidades bajas | Y | Energización LOC/GS |
| r | DME encendido | Z | Energía de entrada 27.5-Vdc VOR/LOC |
| s | DME – a diez bajos | | |
| A | Cable de 0.01-MHz C | | |
| B | Cable de 0.1-MHz E | | |
| C | Cable de 0.1-MHz A | | |
| D | Cable de 0.1-MHz B | | |
| E | Cable de 0.1-MHz | | |

Fuente: Orden Técnica Control VHF 313N-4/4A

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

En la fotografía 3.5 indica el conector del Control VHF 313-4D con la selección de los pines de salida con sus respectivos nombres para las diferentes conexiones en el Banco Didáctico.



Fotografía 3.5 Conector del Control VHF 313-4D con sus pines de salida.

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En las fotografías 3.6 y 3.7 se observa la instalación del Control VHF 313-4D en el Banco Didáctico Glide Slope el cual fue sujeto a base de tornillos para una buena fijación del mismo.



Fotografía 3.6 Instalación del Control VHF 313-4D en el Banco Didactico 1

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian



Fotografía 3.7 Instalación del Control VHF 313-4D en el Banco Didactico 2

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.1.4 Teoría Funcional del Indicador IND-350

La barra de la desviación del Glide Slope (barra horizontal en el IND-350) provee al piloto información de desviación horizontal durante una aproximación ILS. Cuando una frecuencia de ILS es selectada el receptor Glide Slope toma la frecuencia apareada del receptor NAV para su operación, si la señal Glide Slope recibida es confiable la bandera GS estará parcialmente fuera de la vista. La barra de desviación se desviará en la dirección que el piloto debe volar para permanecer en el glidepath, si la barra de desviación de la senda de planeo se mueve hacia arriba el piloto debe disminuir la tarifa de descenso hasta que la barra de desviación sea centrada; si la barra de desviación de la senda de planeo se mueve hacia abajo, el piloto debe descender para mantener la posición respecto al glidepath.

Cuando la barra de desviación de la senda de planeo es centrada, el avión está en el glidepath. A continuación se muestra en la figura 3.5 las diferentes posiciones del avión en un aterrizaje con sus respectivas respuestas en el indicador.

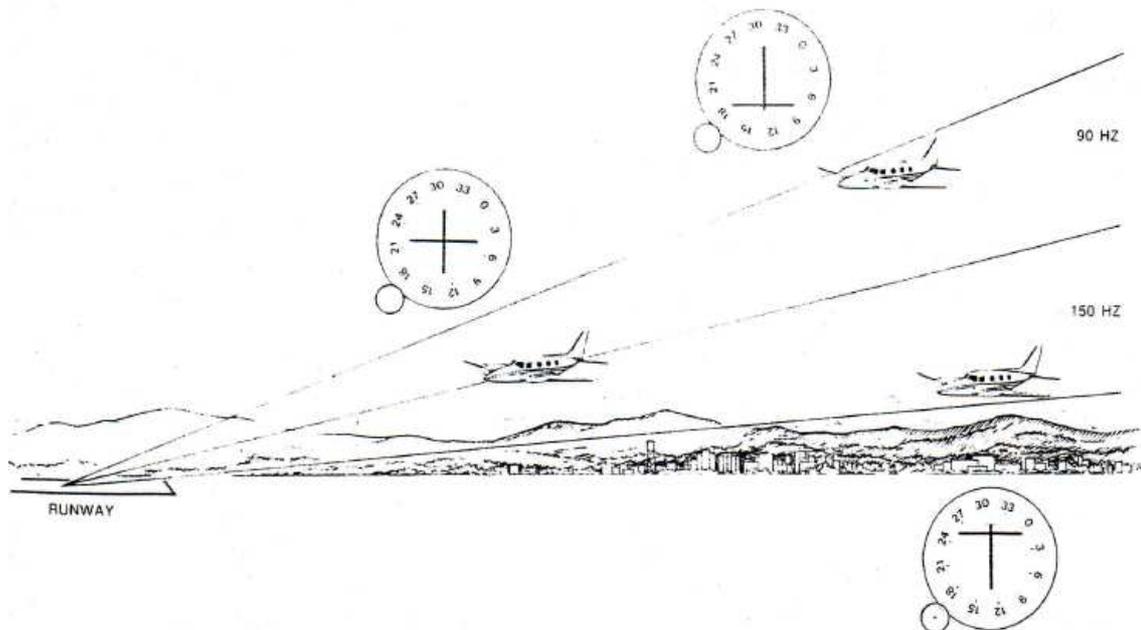


Figura 3.5 Operación del Glide Slope

Fuente: Orden Técnica Receptor de Navegación VIR-30

3.1.4.1 Verificación del funcionamiento de la barra de desviación.

Para verificar del funcionamiento de la barra de desviación del Indicador, seguir los siguientes pasos:

- 1) Conectar un óhmetro a J1 los pines 11 y 12 y medir 250 ohmios de mínimo, 1100 ohmios máximo.
- 2) Conectar una fuente de voltaje (1000 mV máximo) a J1 pines 11 y 12.
- 3) Variar el voltaje aplicado para causar la desviación de la barra oscilando de arriba hacia abajo en la cara del instrumento. El movimiento debe ser libre y liso.
- 4) Con polaridad positiva en el pin 11, la barra debe desviar hacia abajo.

3.1.4.2 Bandera de amonestación NAV

De la misma manera seguir los siguientes pasos para verificar la funcionalidad de la banderola NAV.

- 1) La bandera de advertencia NAV debe estar a la vista sin las conexiones hechas en el indicador.
- 2) Conectar la fuente del voltaje de la bandera a J1 pines 7 y 8 y medir 1000 ohmios $\pm 5\%$ o 200 ohmios mínimo.
- 3) Conecte la fuente de voltaje a la bandera NAV en el conector J1 pines 7 y 8; el positivo frente al pin 7 y el negativo frente al pin 8. Aplique +180 mV y verifique que la bandera de amonestación NAV no esté movida.
- 4) Incremente el voltaje de entrada a +250 mV. Resultado: Bandera fuera de la vista. Aplique otro voltaje de 350 mV. Verificar que la bandera no se atasque o pare cuando se quita el voltaje de entrada.¹⁷

Cabe recalcar que los pasos mencionados anteriormente en los puntos 3.1.4.1 y 3.1.4.2 fueron extraídos de la orden técnica VIR-351, manual del Indicador.

En la figura 3.6 se muestra los pines de entrada del Indicador IND-350 con sus respectivas funciones.

¹⁷Manual Receptor de Navegación VIR-350

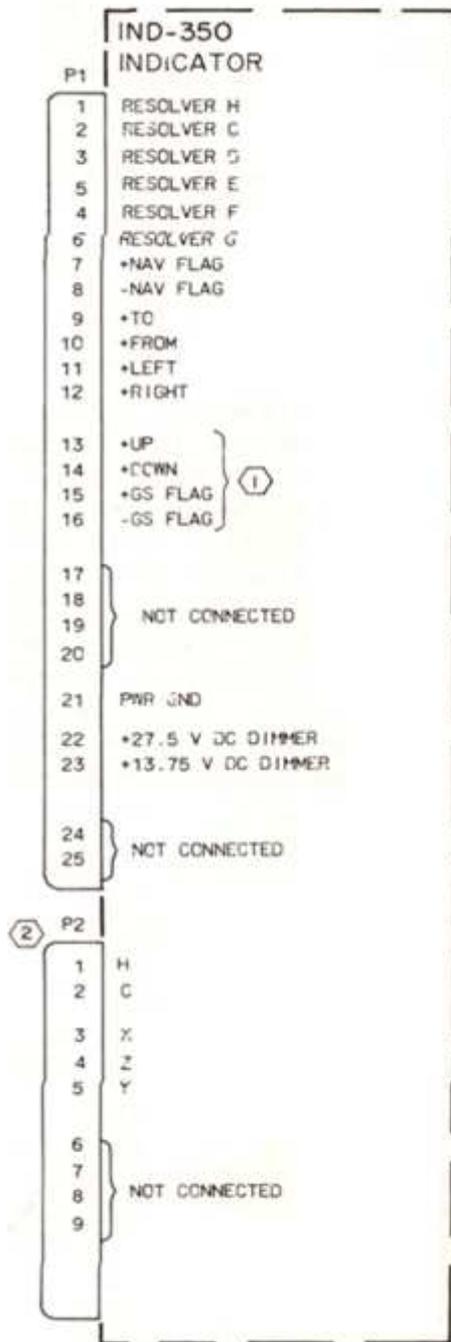


Figura 3.6 Distribución de Pines del IND-350

Fuente: Orden Técnica Manual VIR-350

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

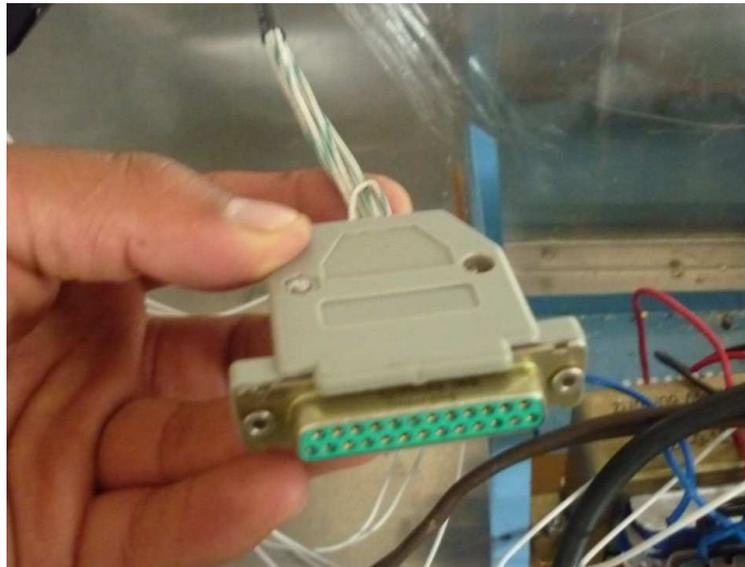
Las fotografías 3.8 y 3.9 indican al conector de entrada del indicador IND-350 con sus cables de entrada y salida para el funcionamiento del mismo.



Fotografía 3.8 Entrada del conector al indicador IND-350

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian



Fotografía 3.9 Conector del indicador IND-350

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beaco

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.2 Conexiones entre los equipos del Banco Didáctico Glide Slope

Una vez estudiado el funcionamiento de cada una de las partes que conforman el Banco Didáctico para el Sistema de Aviación Glide Slope podemos ilustrar sus conexiones en el siguiente diagrama de bloques.

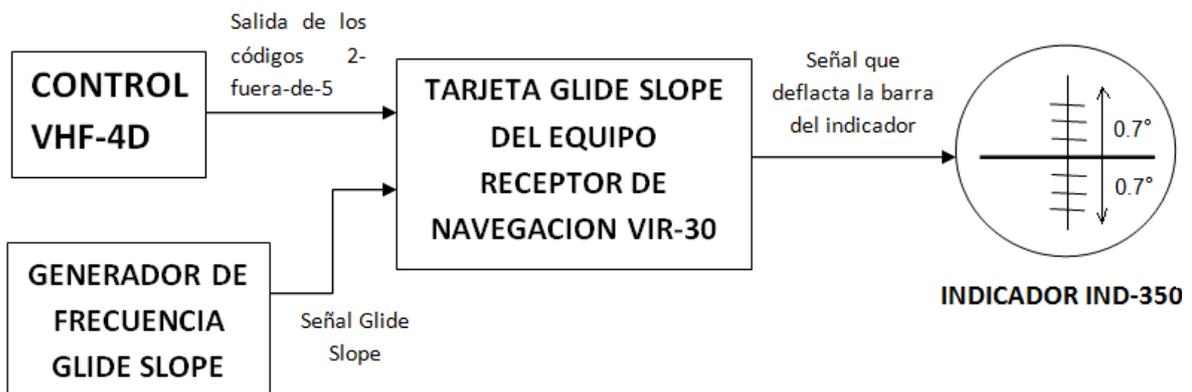


Figura 3.7 Diagrama de bloque del Módulo Didáctico de Aviación Glide Slope

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

A continuación se ilustraran las conexiones de forma individual de cada una de las partes que conforma el Módulo Didáctico de Aviación para una mejor comprensión y en un futuro para facilitar el mantenimiento del mismo.

3.2.1 Conexión: Fuente de Poder, Control VHF, Tarjeta G/S y IND-350.

A continuación describiremos las conexiones que se realizó internamente en el Banco Didáctico de Aviación entre sus diferentes partes que conforma en Sistema Glide Slope basado en sus órdenes técnicas.

Primeramente determinaremos los pines de salida del Control VHF 313-4D del 2-fuera-de 5 a los pines de entrada de la tarjeta G/S, en donde también se toma en cuenta los pines: GND (h), Frec. com (P), DME GND (a) que van conectados a tierra. En la tabla 3.1 se indica las conexiones de los pines de salida del 2-fuera-de-5 de la Caja de Control, el nombre del cable, los pines de entrada y salida a la tarjeta G/S, sus alimentaciones y pines hacia el Indicador IND-350.

Tabla 3.1 Conexión de pines entre la Alimentación, Control VHF, Tarjeta G/S y el IND-350

| Pin de salida del Control VHF 313-4D | Nombre del Cable | Pin de entrada a la Tarjeta GS | Pin de salida de la Tarjeta GS | Pin de entrada al IND-350 |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| V | A | 2 | 1 | 11 |
| X | B | 4 | 3 | 12 |
| G | C | X | 5 | 7 |
| W | E | 8 | 7 | 8 |
| F | D | 6 | | |
| C | A | 10 | | |
| B | E | 18 | | |
| f | D | 16 | | |
| E | C | 14 | | |
| D | B | 12 | | |
| A | C | 20 | | |
| g | B | 25 | | |
| GND | Fuente de poder | 21 (+12 VCC) | | |
| Frec. Com (P) | | 22 (-12 VCC) | | |
| DME GND (a) | | 23 (+27,5 VCC) | | |
| | | 15 (+12 VCC=ILS) | | |

Fuente: Orden Técnica del Control VHF 313-4D y VIR-30

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Las fotografías 3.10 y 3.11 indican el conector del Control VHF 313-4D con sus pines de salida a los demas equipos.



Fotografía 3.10 Conector del Control VHF 313-4D

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

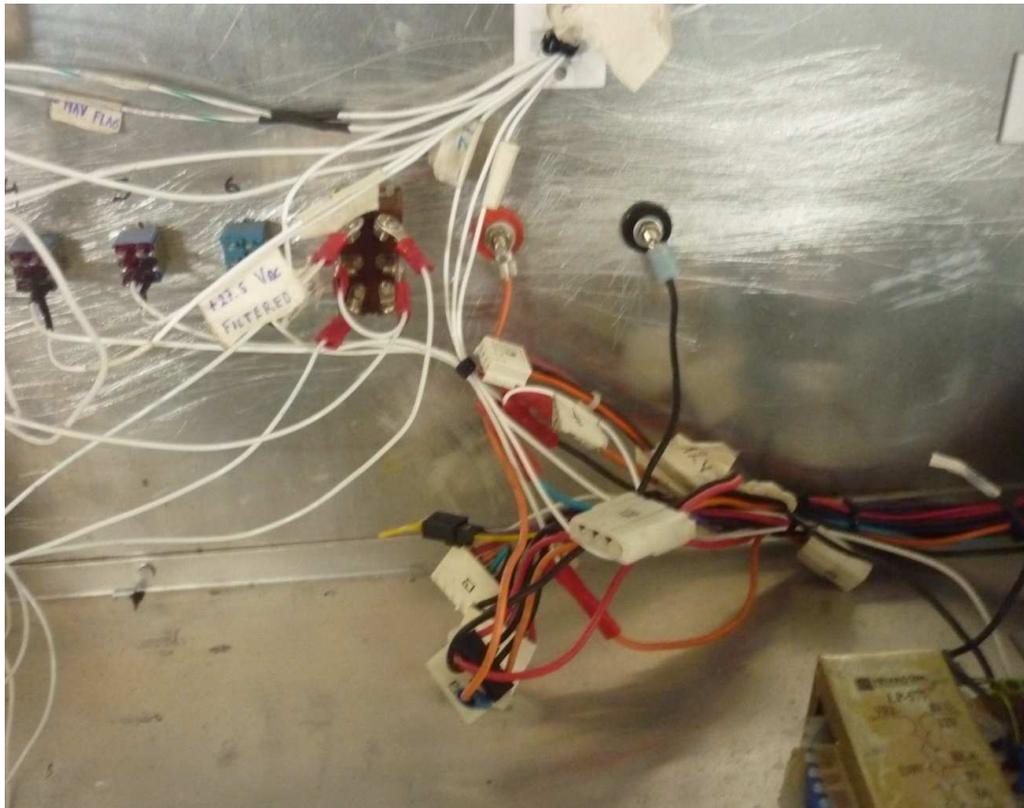


Fotografía 3.11 Control VHF 313-4D con su conector y salida de pines

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Adicional se debe tomar en cuenta la alimentación de entrada a la tarjeta G/S de la fuente de poder a los siguientes pines: +12 VCC (pin 21), -12VCC (pin 22), +27,5 VCC (pin 23) y +12 VCC= ILS o -12VCC =VOR (pin 15), este último define si la tarjeta trabaja en modo VOR o ILS en nuestro caso alimentaremos con +12 VCC para que trabaje en modo ILS.



Fotografía 3.12 Conexión de la Fuente de CC. hacia los equipos del Sistema G/S

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En la figura 3.8 muestra las conexiones de pines entre las diferentes partes que conforma todo el Sistema de Aviación Glide Slope, desde su alimentación hasta los pines de entrada al indicador IND- 350, y en las fotografías 3.13 y 3.14 imágenes de las conexiones una vez realizado el trabajo.

DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL SISTEMA GLIDE SLOPE

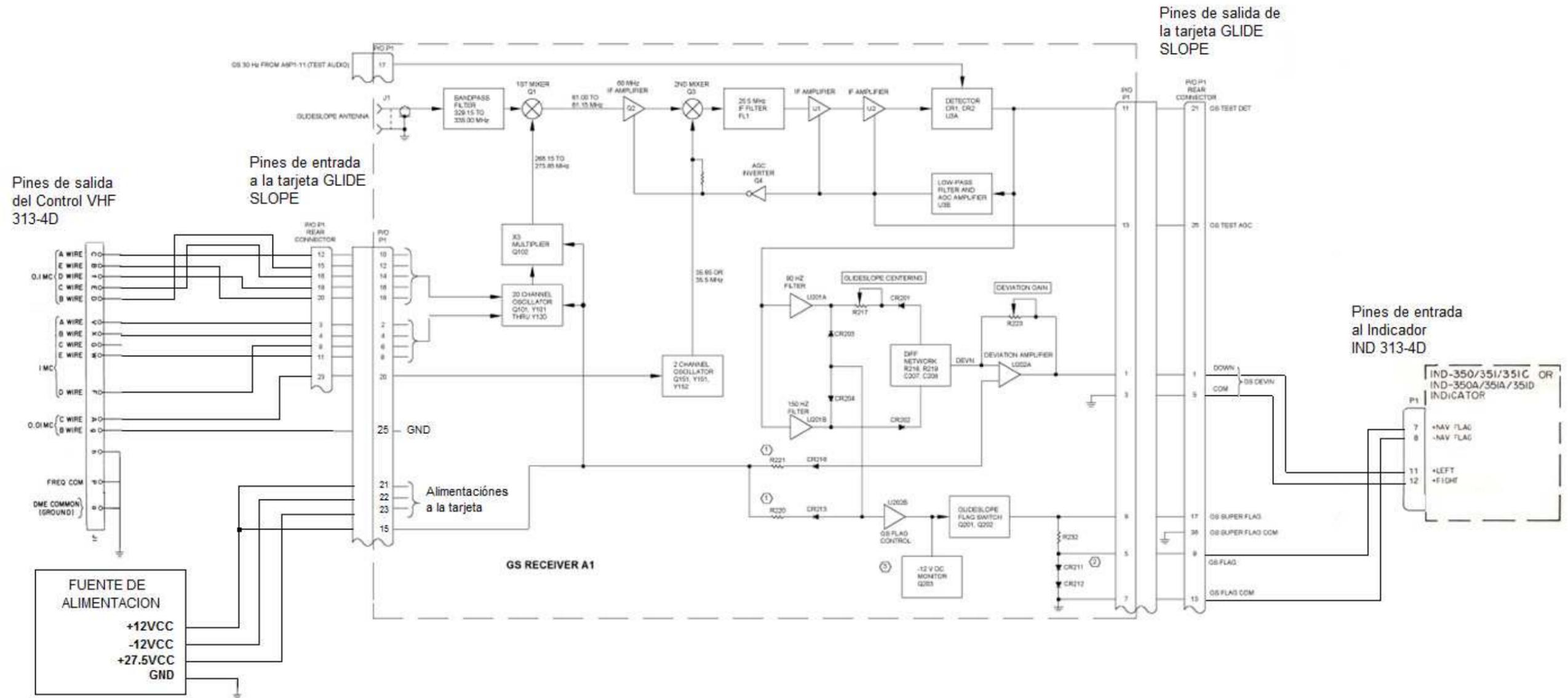


Figura 3.8 Conexión entre pines de las diferentes partes que conforma el Sistema Glide Slope

Fuente: Orden Técnica del Receptor de Navegación VIR-30, Control VHF 313-4D y el Manual VIR-351

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian



Fotografía 3.13 Conexión de Cables entre el Control VHF y el VIR-30

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian



Fotografía 3.14 Indicador IND-350 con su respectivo conector

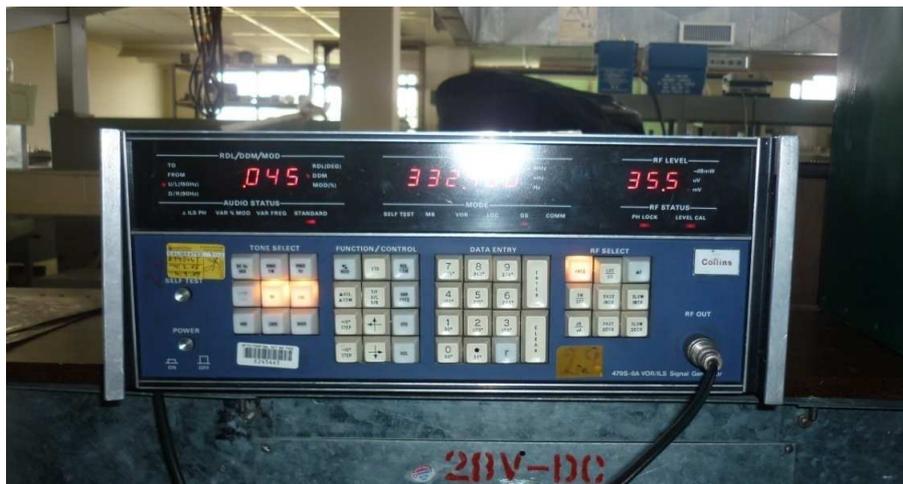
Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.3 Construcción del Generador de Señal Glide Slope.

Para el funcionamiento del Módulo Didáctico de Aviación Glide Slope se requiere de un Generador de Señal VOR/ILS el cual produce una señal especial para poner en funcionamiento el Sistema G/S, este equipo es propio del técnico en aviación para probar dichos sistemas para un correcto y calibrado funcionamiento ya que simula la señal que recibe la aeronave en el aire al momento del aterrizaje.

A través de este equipo se puede seleccionar la frecuencia que se está trabajando en el Control VHF 313-4D capaz que el equipo G/S reconozca la señal de entrada, la procese y muestre una deflexión en la barra del Indicador, ya que el generador puede variar los DDM (Diferencia de Profundidad Modulación) con el cual se puede deflactar la barra del indicador del Glide Slope a nuestra conveniencia como se desee tanto hacia los 150 Hz o los 90 Hz para un mejor entendimiento del mismo. En la fotografía 3.15 se observa el generador de Señal VOR/ILS que se encuentra en los Laboratorios de Electrónica de la FAE como en el Ala de Transporte N^o 11 Quito, Centro de Mantenimiento de Electrónica de la Fuerza Aérea (Cemefa) Guayaquil y Base Aérea Cotopaxi (BACO).



Fotografía 3.15 Generador de Señal Glide Slope

Fuente: Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

El ITSA no cuenta con un Generador de Señal VOR/ILS para poner en funcionamiento al Modulo Didáctico, para lo cual generaremos la Señal Glide Slope con los equipos y materiales existentes en el Instituto. A continuación estudiaremos el proceso de modulación la señal de 90 Hz y 150 Hz hasta obtener una señal Glide Slope, conomientos que se plasmaran en la programación del LabVIEW 8.6 y modulación en el Generador de Señal Sintetizado.

3.3.1 Modulación de amplitud en el ILS

El Glide Slope utiliza modulación en amplitud para transmitir tanto la información de navegación como el indicativo. La señal CSB (Carrier and Side Band: Portadora y bandas laterales) es sencillamente la señal de RF de la portadora modulada en amplitud por los dos tonos de navegación de 90 Hz y 150 Hz. En la figura 3.9 (a), (b) podemos ver esta señal y su espectro. En este último se ve claramente como hay dos bandas laterales inferiores y dos bandas laterales superiores, una para cada tono y de frecuencias: f_{p-150} , f_{p-90} , f_{p+90} y f_{p+150} .

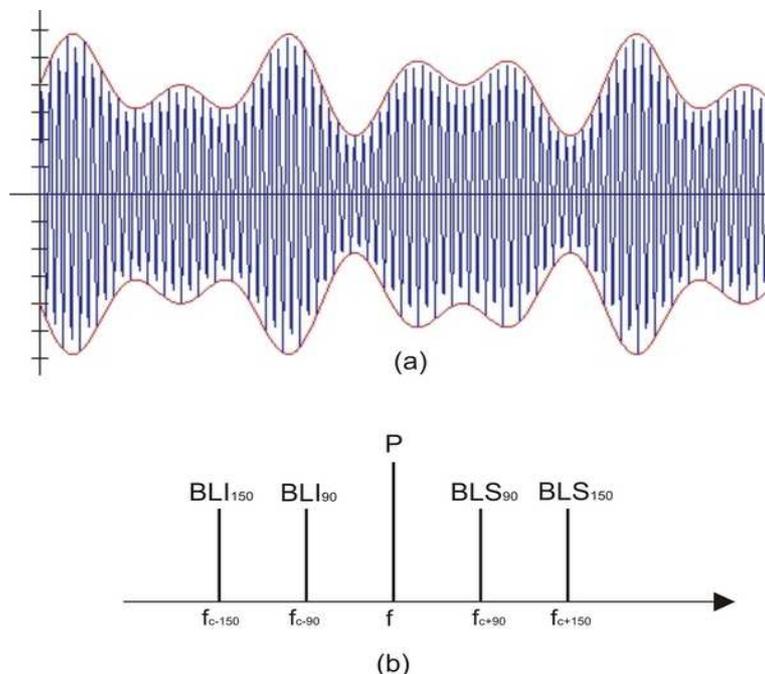


Figura 3.9: Señal CSB (Carrier and Side Band: Portadora y bandas laterales)

Fuente:http://www.navegarea.com/radioayudas/ils/teo_modulacion/ils_modulacion_amils.html.

La figura 3.10 indica la suma de las dos bandas laterales, en ella se representan tres periodos de la banda lateral de 90 Hz que se suman con cinco periodos de la banda lateral de 150 Hz. Sabemos que en cada ciclo de la señal de banda lateral cambia la fase de R_f , por tanto si en el primero suponemos que es 0° , en el segundo será 180° y así sucesivamente.

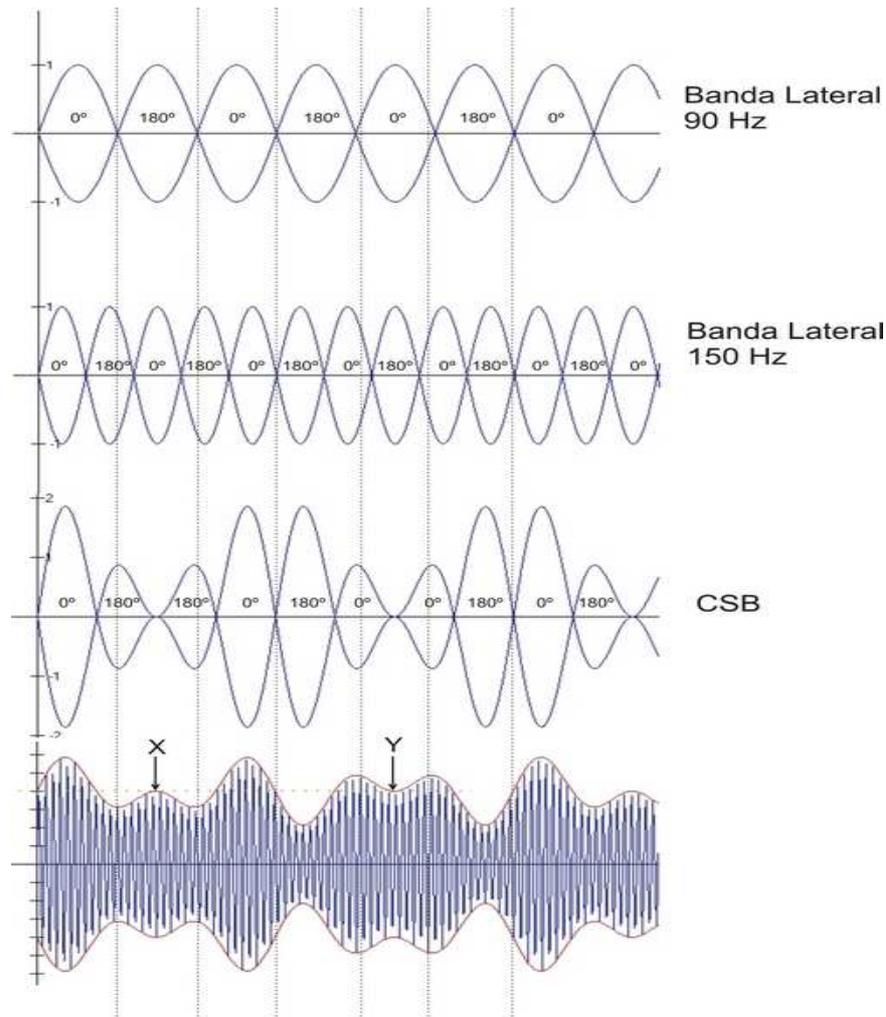


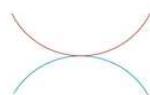
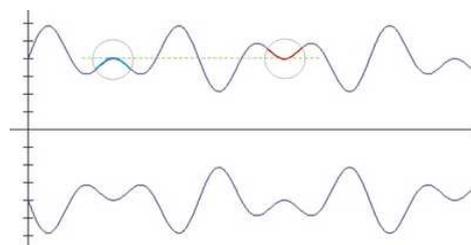
Figura 3.10: Suma de las Bandas Laterales de la señales de 90 y 150 Hz

Fuente: http://www.navegarea.com/radioayudas/ils/teo_modulacion/ils_modulacion_amils.html

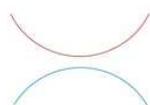
Para generar la señal de CSB en el transmisor de la Senda de Planeo, las bandas laterales de 90 Hz y 150 Hz se suman de forma que el segundo ciclo de la primera y el tercero de la otra coincidan en el tiempo y se encuentren desfasadas 180° para producir un nulo en la señal resultante. Al añadir la señal de portadora obtenemos la

CSB resultante. En este caso concreto la figura 3.10 corresponde a una señal de Senda de Planeo en la que el porcentaje de modulación de cada tono es del 40%. Podemos ver que los puntos señalados como X e Y tienen exactamente la misma amplitud. Esto nos indica que se ha obtenido el “balance de modulación”, es decir, que las dos bandas laterales tienen la misma amplitud y se encuentran correctamente fasadas.

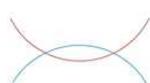
Si ajustamos correctamente la frecuencia de barrido del osciloscopio hasta conseguir que se superpongan dos periodos de CSB, veremos algo parecido a la figura 3.11 que es lo que se conocía popularmente como “la curva del beso”. En la zona rodeada con un círculo, podemos tener una idea del balance de modulación de la CSB. Cuando los dos tonos están correctamente balanceados, igual fase y amplitud, veremos como las dos curvas son perfectamente tangentes y se besan. Si el tono de 90 Hz tiene mayor amplitud, las dos curvas no se tocan y si es el de 150 Hz el que es mayor, las curvas se cortan.



Amplitudes de bandas laterales correctamente equilibradas



Banda lateral de 90 Hz mayor que la de 150 Hz



Banda lateral de 150 Hz mayor que la de 90 Hz

Figura 3.11: Balance de modulación de la CSB o la curva del beso

Fuente: http://www.navegarea.com/radioayudas/ils/teo_modulacion/ils_modulacion_amils.html

Este procedimiento ha sido desplazado por los modernos instrumentos de medida que permiten obtener un ajuste numérico y preciso de las modulaciones.¹⁸

3.3.2 Elaboración del Generador Glide Slope

Como ya estudiamos anteriormente el proceso que realiza las señales de 90 Hz y 150 Hz hasta ser transmitidas al espacio para ser recibidas por la aeronave, realizaremos el mismo proceso mediante un software de programación llamado LabVIEW 8.6 el cual me permita generar la señal CSB y sacarla al exterior mediante de la tarjeta DAQ NI PCI-6014 la cual se observará en un osciloscopio. Posteriormente se modulará a través del Generador de Señal Sintetizado con una frecuencia portadora de acuerdo a la tabla 3.2, la cual debe ser una frecuencia apareada con la que se trabaje en el Banco Didáctico Glide Slope. La señal de salida del Generador de Señal Sintetizado por medio de un osciloscopio observará que sea idéntica a la señal estudiada anteriormente para ser probado en el Banco Didáctico verificando su funcionamiento. A continuación describiremos cada una de las etapas de la realización del Generador de Señal Glide Slope hasta obtener su señal de salida.

3.3.3.1 Generación de la señal CSB a través del LabVIEW 8.6

Describiremos la generación de la señal CSB en el LabVIEW 8.6 en donde en el Panel Frontal elegimos un control Pointer Slide el cual será uno de los principales íconos del programa, su selección se muestra a continuación en la figura 3.12

¹⁸http://www.navegarea.com/radioayudas/ils/teo_modulacion/ils_modulacion_amils.html

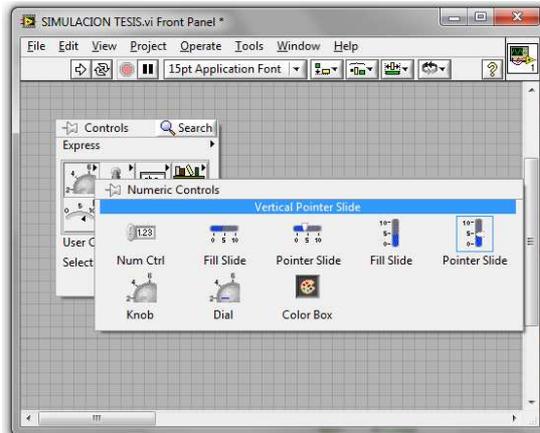


Figura 3.12 Selección del control Pointer Slide
Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6
Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En el Diagrama de Bloques realizaremos la primera etapa de la programación gráfica que es la selección del rango de operación del control Pointer Slide el cual tendra como centro el valor uno y de ahí variaremos su valor de arriba-abajo que simulara a la aeronave que sube o baja del centro de la senda de planeo.

En la siguiente figura 3.13 muestra las dos condiciones para que trabaje el valor del Control Pointer Slide en el cual hace dos comparaciones: \leq que 1,14 y \geq que 0,87, si se cumple estas dos condiciones o el valor esta entre estos dos rangos es verdadero caso contrario sera falso, esta señal servira para activar y desactivar las demas operaciones de la programación.

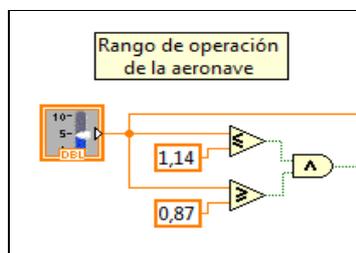


Figura 3.13 Rango de operación del Pointer Slide
Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6
Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

La siguiente etapa que se indica en la figura 3.15 nos dará la amplitud para las dos señales de 90 Hz y 150 Hz, en donde el valor del Pointer Slide es restado uno para obtener un número decimal y este valor es sumado y restado el valor de uno, con el objetivo de que en un punto sume el valor decimal y en el otro punto reste el mismo valor y adicional pasan por un seleccionador el cual elige el valor de la operación o cero dependiendo si es V o F, así obteniendo los dos valores de la amplitud para las dos señales de frecuencia ya que estos dos valores son inversamente proporcionales teniendo como centro el uno.

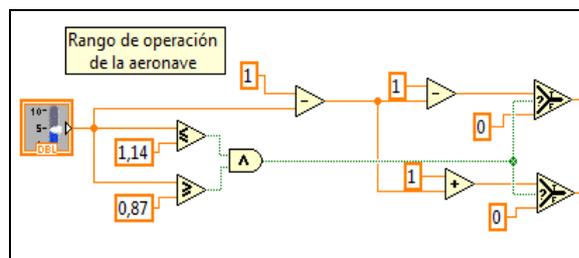


Figura 3.14 Operación para obtener las amplitudes de los 90 y 150 Hz.

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

A continuación podemos observar en la siguiente figura 3.15 el diagrama de flujo de todo el proceso que realiza hasta la actual programación.

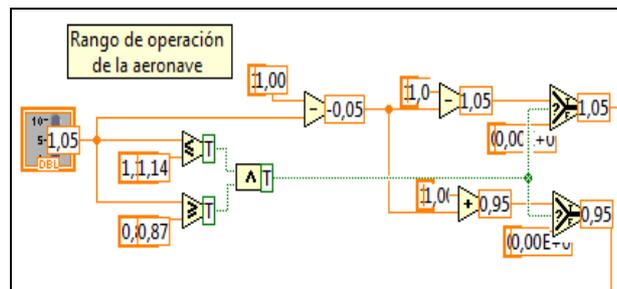


Figura 3.15 Diagrama de Flujo de la programación

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En el siguiente paso se eligira el ícono Sine Waveform el cual permite generar una señal de frecuencia acorde a nuestra necesidad en nuestro caso las señales de 90 y 150 Hz, a continuación en la figura 3.16 se muestra los pasos a seguir en la paleta

de funciones hasta encontrar el ícono con una breve descripción de sus pines de entrada.

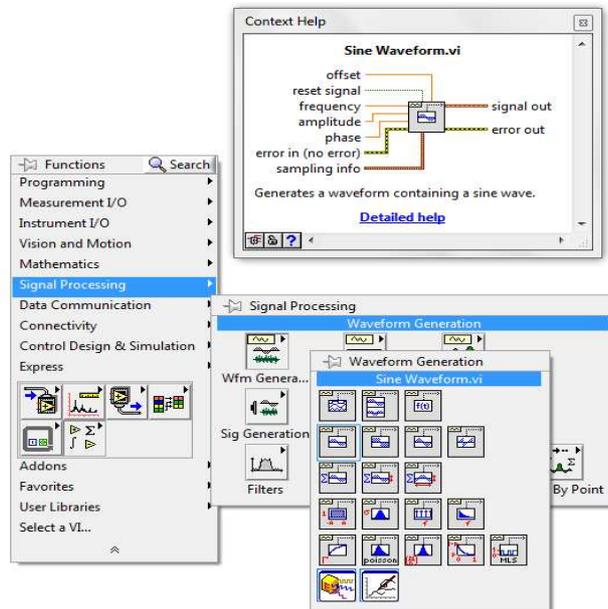


Figura 3.16 Selección del ícono Sine Waveform

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En la figura 3.17 observamos que obtenido los dos Sine Waveform (Generador de frecuencia) procedemos a conectar las dos señales obtenidas anteriormente en la entrada de la amplitud y en el pin de la frecuencia una constante con el valor de la frecuencia de 90 y 150 Hz respectivamente, adicional colocamos un sampling inf como requiere cada ícono en su conexión.

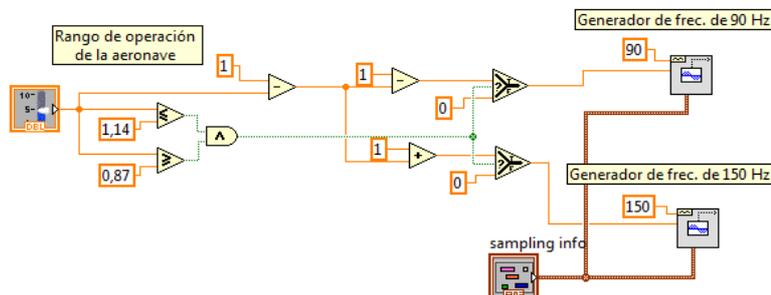


Figura 3.17 Selección del ícono Sine Waveform

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En la finalización de la programación hasta la obtención de la señal CSB, como se estudio anteriormente estas dos señales se deben sumar y a continuación se observara a través de un Waveform Graph la señal CSB tal como la analizamos en la teoria. En la figura 3.18 se indica cómo se obtiene el ícono Waveform Graph en el Panel de Control.

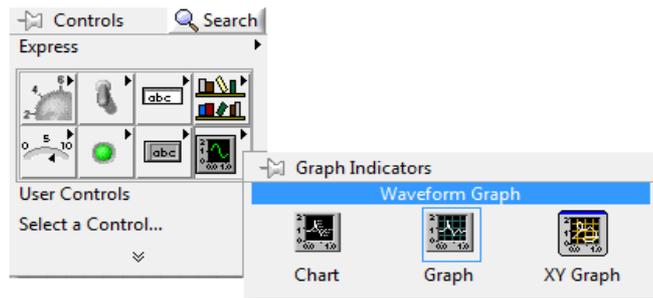


Figura 3.18 Selección del ícono Waveform Graph

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En la figura 3.19 se muestra la programación realizada hasta donde se obtiene la señal de salida CSB y controlar su DDM (Diferencia de Profundidad de Modulación) a través del Pointer Slide.

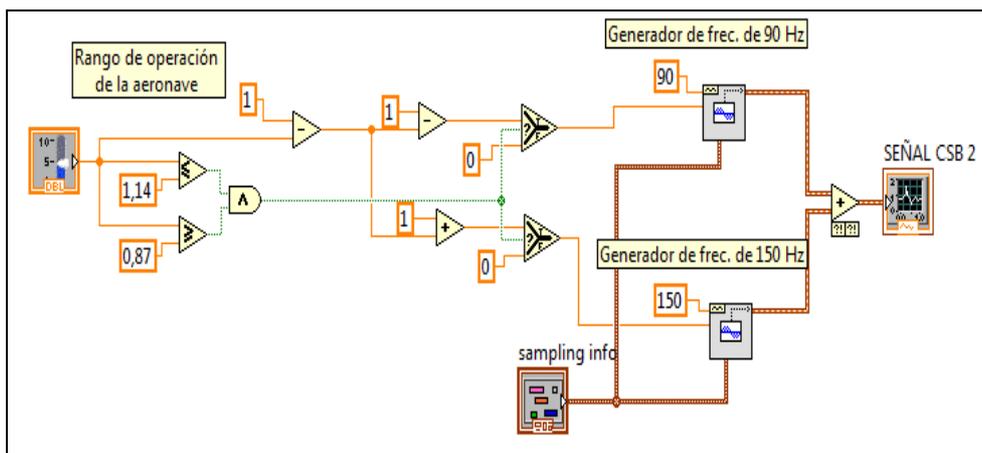


Figura 3.19 Selección del ícono Waveform Graph

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En la siguiente figura 3.20 se puede observar la señal de salida CSB graficada en el ícono Waveform Graph.

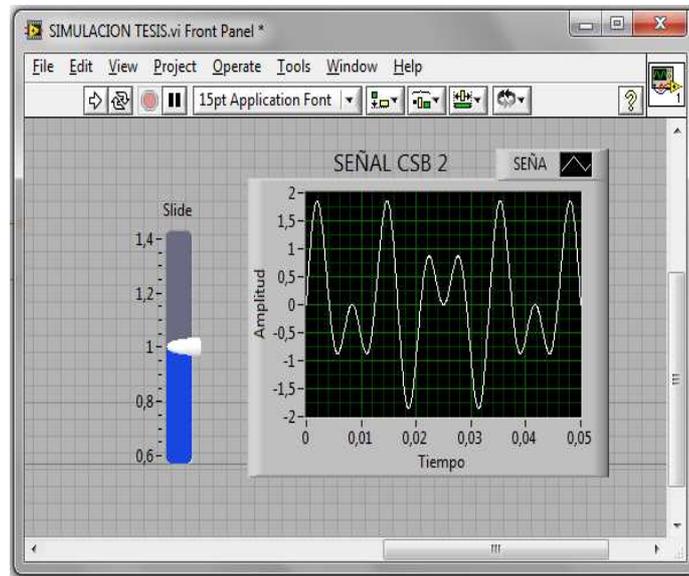


Figura 3.20 Señal de salida CSB

Fuente: software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.3.3.2 Simulación del movimiento de la aeronave.

Para la simulación del proceso en que una aeronave entra en la señal Glide Slope para aterrizar, primero importaremos una imagen que nos muestre todas las indicaciones del ILS al Panel Frontal para una mejor presentación, como se indica en la figura 3.21.

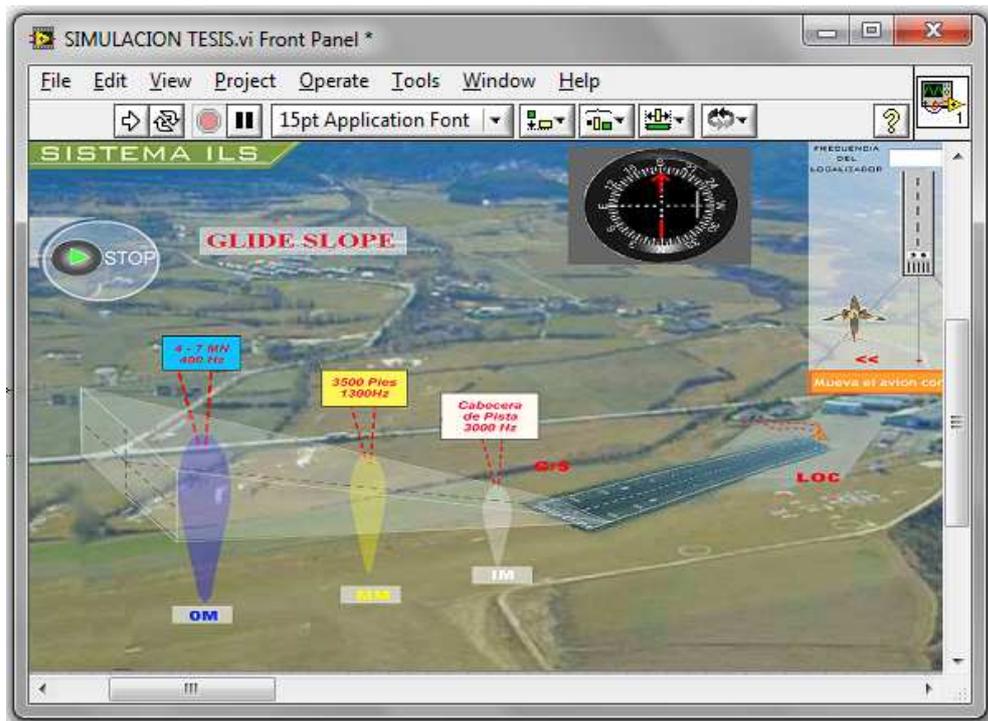


Figura 3.21 Importación de una imagen para la simulación en el Panel Frontal

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

A continuación realizaremos la importación de una imagen de una aeronave y la impondremos sobre el Pointer Slide, simulando que el movimiento del cursor del Pointer Slide es el avión el cual va a manejar los DDM de la señal CSB. Para poder realizar el reemplazo de la imagen se debe seguir los siguientes pasos:

- Clic derecho sobre el Pointer Slide
- Advanced
- Customize+enter

A continuación se abrirá el siguiente cuadro de diálogo demostrado en la figura 3.22 en donde importaremos la imagen de la aeronave.

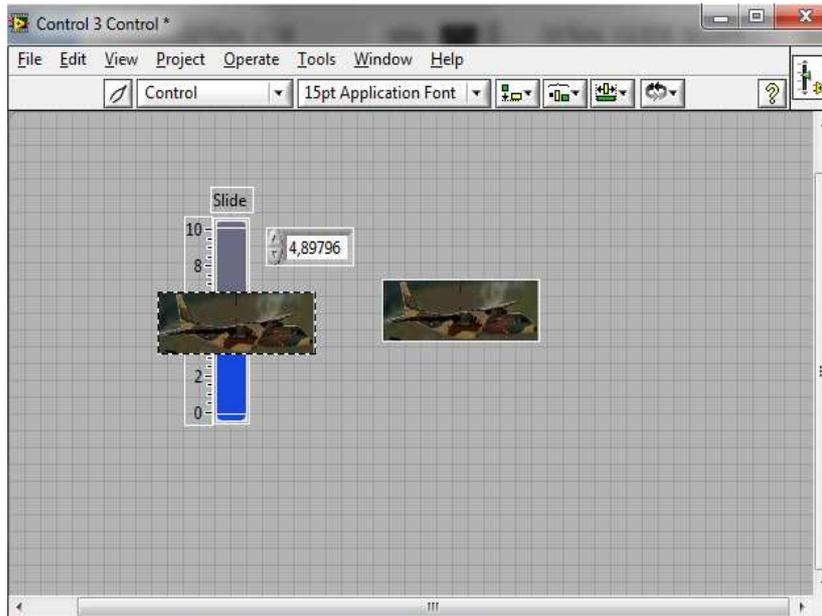


Figura 3.22 Cuadro de diálogo del Control Pointer Slide

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Una vez reemplazada la imagen también minimizaremos las demás opciones para que se observe únicamente el deslizador con la aeronave, como se muestra en la siguiente figura 3.23.



Figura 3.23 Simulación del movimiento de la aeronave

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.3.3.3 Programación y simulación del indicador IND-350.

En la programación realizada anteriormente para el funcionamiento del indicador IND-350 añadiremos la programación que se encuentra en el recuadro de líneas entrecortadas de la figura 3.24, en donde el movimiento del IND-350 será proporcional al movimiento de la aeronave y el indicador booleano será visible cuando a su entrada reciba un True.

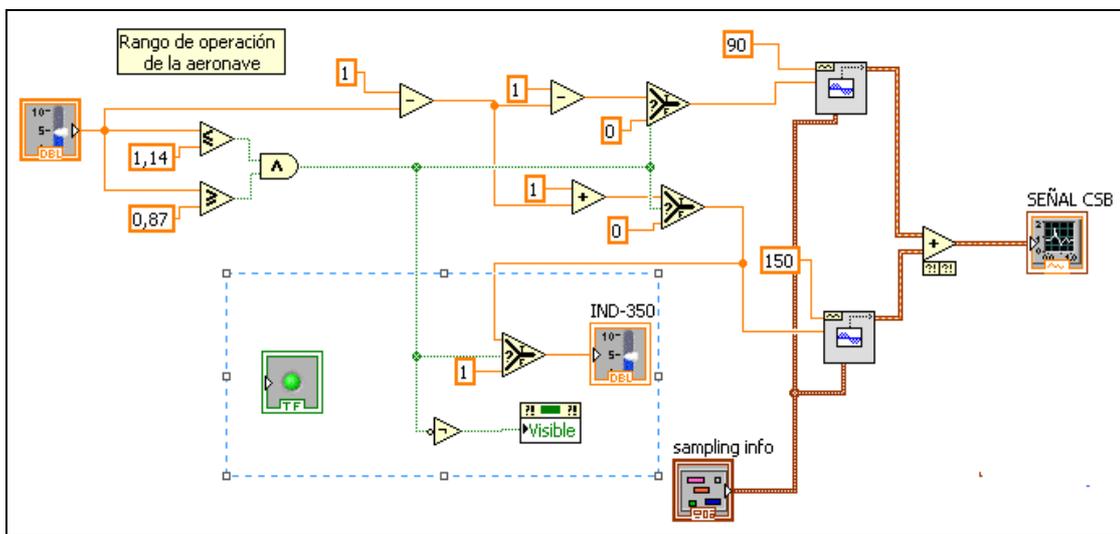


Figura 3.24 Programación del Indicador IND-350

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

La simulación lo realizaremos en el Panel Frontal en donde al indicador Slide de igual manera que en el Control Pointer Slide entraremos en su cuadro de diálogo para realizar las modificaciones necesarias como se indica en la figura 3.25, en donde el deslizador lo reemplazaremos por la barra del indicador y la imagen de los grados de desviación como fondo de indicación.

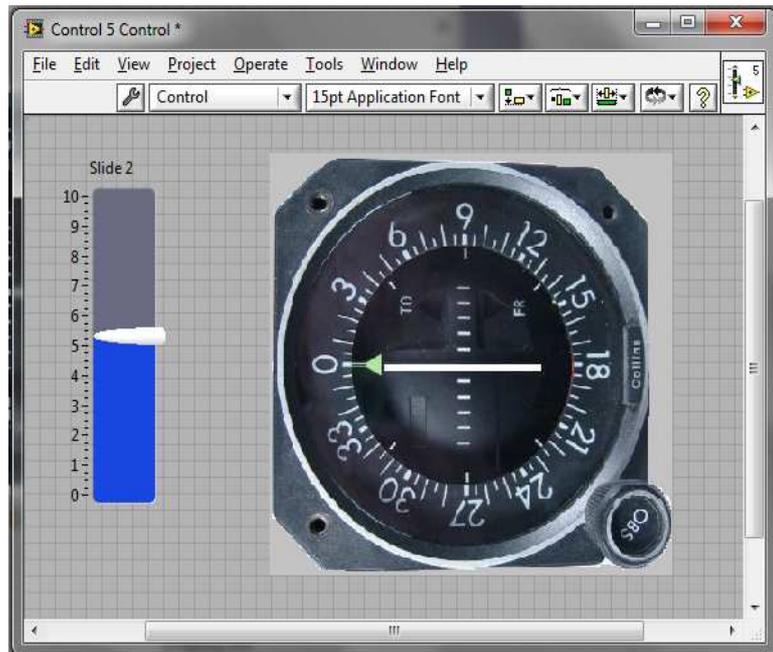


Figura 3.25 Importación de una imagen para el IND-350

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Una vez realizado los arreglos necesarios el IND-350 se observará de la siguiente manera como se indica en la figura 3.26 en donde la barra del indicador se deslizará de acuerdo al valor que reciba en la programación del Diagrama de Bloques.



Figura 3.26 Indicador IND-350 listo para la simulación

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.3.3.4 Simulación de la banderola NAV en el Indicador IND-350

El indicador booleano en el Panel Frontal es el que se indica en la figura 3.27 el cual será visible cuando así lo requiera en la programación, para ello seguiremos los siguientes pasos:

- Clic derecho sobre el indicador
- Create
- Property Node
- Visible ⇐



Figura 3.27 Indicador Booleano para la simulación de la banderola NAV

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Una vez realizado estos pasos el indicador booleano será visible cuando reciba una señal true, a continuación realizaremos el reemplazo de la imagen NAV sobre el indicador booleano para que este aparezca solo cuando la aeronave en la simulación vuele sobre un área muerta es decir cuando no reciba señal Glide Slope. A continuación realizaremos la importación la imagen NAV sobre el indicador booleano como lo realizamos con las anteriores simulaciones, a continuación se indica la figura 3.28 la importación de la imagen NAV al indicador booleano.

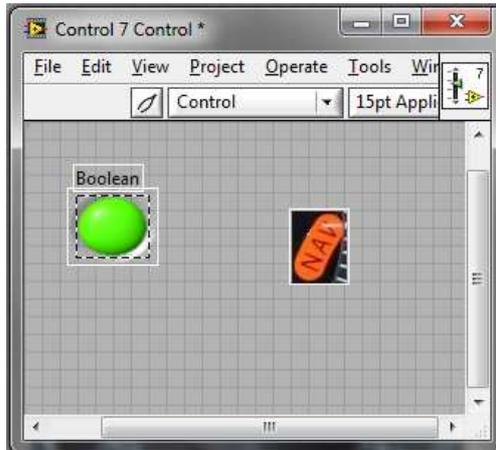


Figura 3.28 Implantación de la imagen NAV sobre el indicador booleano

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

La banderola NAV debe estar sobre puesta sobre la imagen del IND-350 para lo cual colocamos sobre su posición de operación tal como se indica en la figura 3.29.



Figura 3.29 Indicador IND-350 listo para la simulación del programa

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Una vez realizado todos los arreglos en el Panel Frontal para la simulación obtendremos la siguiente imagen de la figura 3.30, la cual muestra el proceso de aterrizaje para el sistema Glide Slope en el cual se puede deslizar la aeronave de arriba hacia abajo y nos dara una señal CSB de respuesta la cual se reflejara tanto

en el indicador de la simulación como en el Indicador del Modulo Didactico Glide Slope.

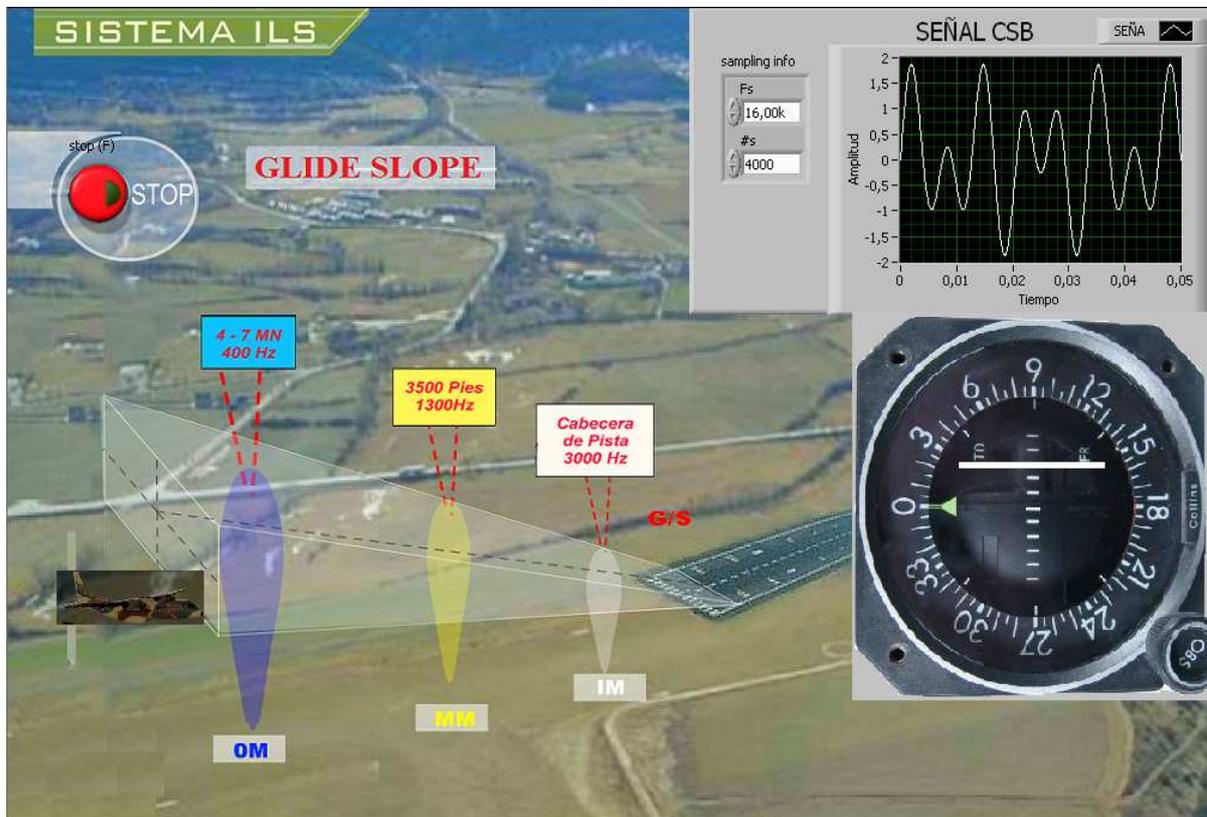


Figura 3.30 Simulación del proceso Glide Slope

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.3.3.5 Recepción de la Señal CSB mediante la tarjeta DAQ

Para la obtención de la señal CSB por medio de nuestra tarjeta DAQ en la programación en el Diagrama de Bloques se debe añadir el ícono de lectura de datos (DAQ Assistant) con las respectivas conexiones tal como se indica en la figura 3.31.

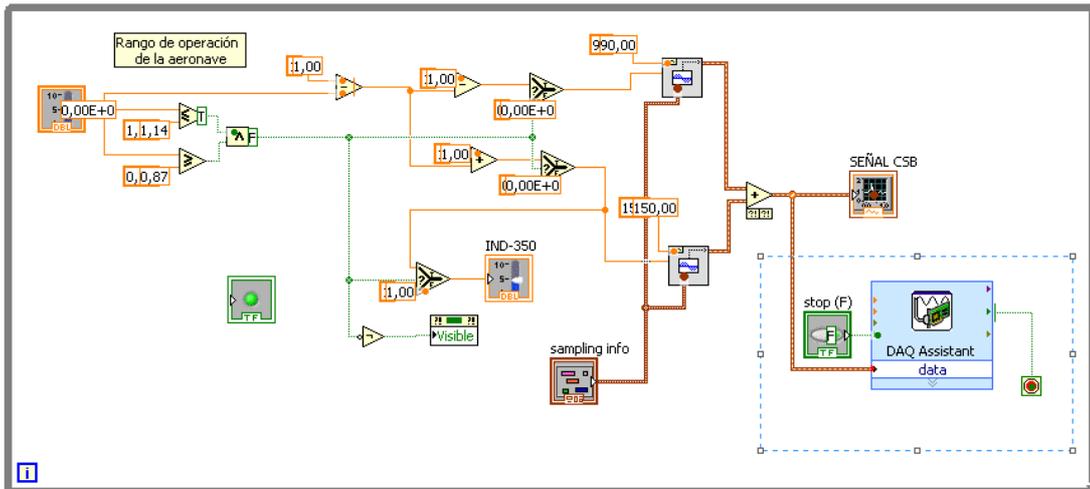


Figura 3.31 Lectura de la señal CSB por medio de la tarjeta DAQ PCI-6014

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

El ícono de lectura de datos DAQ assistant debe estar con los siguientes parámetros para una correcta operación, este cuadro de diálogo se obtiene al dar doble clic en el ícono el cual se demuestra en la figura 3.32.

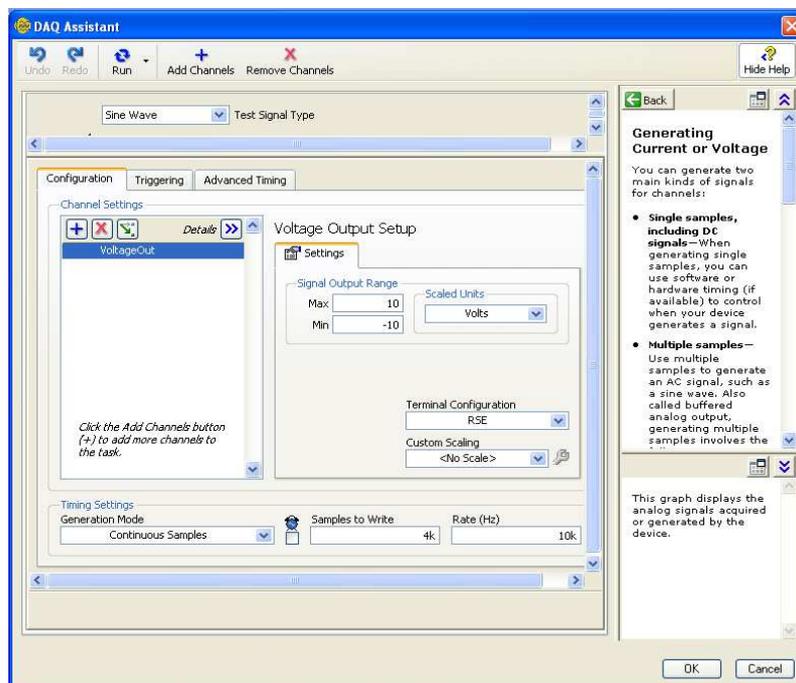


Figura 3.32 Configuración de los parámetros del ícono DAQ Assistant

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En la fotografía 3.16 se muestra el computador con el software de programación LabVIEW 8.6 con el módulo SC-2075 por el cual sale la señal CSB hacia el Generador de Señal Sintetizada para realizar la respectiva modulación AM.



Fotografía 3.16 Comunicación entre el Software LabVIEW 8.6 y la tarjeta DAQ

Fuente: Software de programación LabVIEW 8.6

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.3.4 Modulación de la Señal CSB con el Generador de Señal Sintetizado

Una vez extraída la señal CSB a través de la tarjeta DAQ NI PCI-6014 el siguiente paso es modular esta señal en AM (Modulación en Amplitud) al 40% de modulación con una amplitud de 7 a 25 mV en el Generador de Señal Sintetizado 8656B, a continuación se muestra en la fotografía 3.17 del equipo mencionado.



Fotografía 3.17 Generador de Señal Sintetizado 8656B.

Fuente: Laboratorio Digitales Del ITSA

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Antes de introducir la señal CSB al Generador de Señal Sintetizado se debe tener en cuenta algunos parametros que describiremos a continuación.

3.3.4.1 Parámetros de la Modulación en el Generador de Señal Sintetizado

1. Como podemos observar el Generador de Señal Sintetizado nos muestra algunas opciones de modulación, por lo cual se debe borrar cualquier modulación activa que se encuentre.
2. Si existe alguna modulación presionamos la tecla OFF y se apagaran todas las alternativas de modulación.
3. A continuación presionamos las teclas EXT + AM y se prenderan los led's de LO EXT y EXT AM, dando como indicación la activación de la modulación externa que en este caso sera la señal CSB.
4. Como en el proceso de modulación de la Señal Glide Slope estudiado anteriormente nos indica su porcentaje de modulación que es al 40%, para colocar el valor en el display se puede variar las teclas  y  que estan debajo

de la tecla  hasta colocar al 40%, en la fotografía 3.18 nos muestra el Generador de Señal Sintetizado con los parametros impresos.



Fotografía 3.18 Generador de Señal con los parámetros de modulación.

Fuente: Laboratorio Digitales Del ITSA

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.3.4.2 Parámetros de la Frecuencia en Generador de Señal Sintetizado

1. Para la sección de la frecuencia de portadora en el Generador de Señal Sintetizado primero debemos señalar la frecuencia de localizador en el control VHF 313-4D en referencia a la tabla 2.7, en este caso trabajaremos con la frecuencia de 111.5 Mhz.
2. Seleccionado la frecuencia de localizador observamos la frecuencia de apareamiento Glide Slope que en este caso sería 332.9 Mhz que es la frecuencia que digitaremos en el Generador de Señal Sintetizado.
3. Para digitar primero presionamos la tecla FREQ y a continuación las teclas con el número de la frecuencia en este caso serian las teclas 332.90000 +

la tecla , quedando impresa la frecuencia deseada. Con las teclas

COARSE TUNE Y FINE TUNE se puede elegir el dígito que queremos cambiar en la frecuencia y las flechas nos permite subir o bajar el dígito seleccionado, como se indica en la fotografía 3.19.



Fotografía 3.19 Teclas para la variación de la frecuencia.

Fuente: Laboratorio Digitales Del ITSA

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En la fotografía 3.20 indica el Generador de Señal Sintetizado con el valor de la frecuencia elegida.



Fotografía 3.20 Frecuencia impresa en el Generador de Señal Sintetizado

Fuente: Laboratorio Digitales Del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.3.4.3 Parámetros de la Amplitud en Generador de Señal Sintetizado

1. Para la selección de la amplitud primero debemos tener en cuenta el rango en que trabaja la tarjeta Glide Slope para una correcta operación ya que si excedemos podemos quemar el equipo o si es muy bajo no puede detectar dicha señal la tarjeta.
2. En nuestro caso colocaremos un voltaje de + 25.0 mV, para ello presionamos la tecla AMPTA seguido de las teclas con los dígitos 25.0 + la tecla mV para designar su rango.
3. En la siguiente fotografía 3.21 se muestra el Generador de Señal Sintetizado con los parámetros seleccionados en la amplitud.



Fotografía 3.21 Amplitud impresa en el Generador de Señal Sintetizado

Fuente: Laboratorio Digitales Del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

A continuación se presenta en la fotografía 3.22 el Generador de Señal Sintetizado con todos los parámetros que se imprimieron anteriormente listo para introducir la señal CSB y obtener la modulación del mismo.

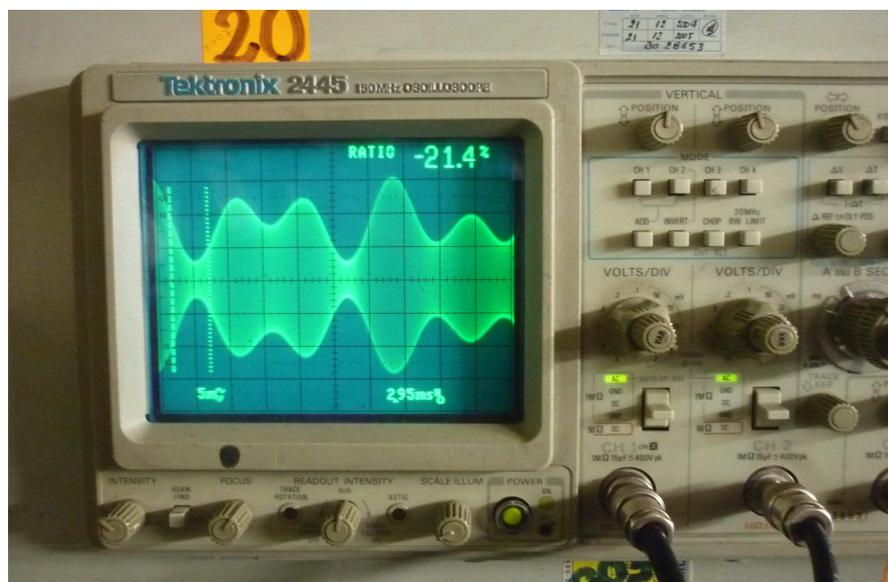


Fotografía 3.22 Generador de Señal con los parámetros seleccionados

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Una vez introducida la señal CSB de la tarjeta DAQ en el Generador de Señal Sintetizado se debe observar a través de un osciloscopio la señal Glide Slope de salida para estar seguro de una buena señal tal como se analizó anteriormente en la teoría, en la fotografía 3.23 se puede observar a través de un osciloscopio la señal de salida Glide Slope lista para manejar en el Módulo Didáctico de Aviación.



Fotografía 3.23 Señal de salida Glide Slope del Generador de Señal Sintetizado.

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

A continuación en fotografía 3.24 se puede observar el Módulo Didáctico Glide Slope/Marker Beacom operado desde la computadora con la respectiva programación y simulación en el Software LabVIEW 8.6



Fotografía 3.24 Operación del Módulo Didáctico Glide Slope desde el LabVIEW8.6

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3.4 ESTUDIO TÉCNICO, LEGAL Y ECONÓMICO

3.4.1 ESTUDIO TÉCNICO

El desarrollo del proyecto se necesitó de la información más accesible acerca de los equipos que se trabajo en el Módulo Didáctico Glide Slope como: Orden Técnica del Receptor de Navegación VIR-30, Control VHF 313-4D y el indicador IND-350, encontrándose en el Ala de Transporte N^o 11 Quito específicamente en el Laboratorio de Electrónica, además de los equipos y herramientas que se utilizo para la reactivación y ensamblaje del Sistema Glide Slope. Entonces es adaptable desde

un punto de vista técnico, tomando en consideración el lugar donde es objeto de uso el sistema, por disponer de materiales, herramientas, dispositivos, equipos e instalaciones requeridos para su construcción. Cabe mencionar que los estudiantes de la carrera de Electrónica podrán realizar el manejo del Módulo Didáctico Glide Slope en el laboratorio de Aviónica e Instrumentación en lo que se refiere a la asignatura de Radio Ayudas al disponer del material didáctico que contribuye académicamente a su desarrollo.

3.4.2 ESTUDIO LEGAL

La implementación del Módulo Didáctico de Aviación Glide Slope y del Generador del mismo nombre para su funcionamiento es de gran ayuda dentro de la pedagogía práctica del proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos de la carrera de Electrónica que utilizan el laboratorio de Aviónica e Instrumentación. Contribuyendo de ésta manera con los objetivos institucionales de formar profesionales calificados, y preparados para solucionar los problemas en campo aeronáutico. Además previa a la construcción de este proyecto, se constató, que no existe alguna ley que impida la implementación de este tipo de módulo didáctico en el laboratorio del ITSA.

3.4.3 ESTUDIO ECONÓMICO

Para la realización de este proyecto de grado se tomó en cuenta los factores para la reactivación del Módulo Didáctico y construcción del Generador Glide Slope de costo con el objetivo de instalarlo en el Laboratorio de Aviónica operando para futuras clases prácticas a los alumnos. Luego de finiquitado el proyecto se detalla los recursos económicos que se emplearon, entre ellos materiales, dispositivos, instrumentos, equipos, herramientas y costos varios. Los costos para la construcción del Módulo Didáctico son los siguientes:

Costo de Materiales

| Cantidad | Detalle | V. Unitario | V. Total |
|----------|--------------------------------|-----------------|----------------|
| 1 | Tarjeta Glide Slope del VIR-30 | \$ 300.00 | \$ 300.00 |
| 1 | Control VHF 313-4D | \$ 100.00 | \$ 100.00 |
| 1 | Una fuente VCC de computador | \$ 15.00 | \$ 15.00 |
| 10m. | Cable de aviación | \$ 0.50 | \$ 5.00 |
| 1 | Portafusibles de 2A | \$ 0.50 | \$ 0.50 |
| 1 | Fusibles (2 A) | \$ 0.30 | \$ 0.30 |
| 1 | Terminal rojo (redondos) | \$ 0.75 | \$ 0.75 |
| 1 | Terminal negro (redondos) | \$ 0.75 | \$ 0.75 |
| 4 | Interruptores dos posiciones | \$ 0.50 | \$ 2.00 |
| 1m | Espagueti | \$ 0.70 | \$ 0.70 |
| 1 | Brujita | \$ 0.50 | \$ 0.50 |
| 1 | Conector de paso o filtro | \$ 2.00 | \$ 2.00 |
| 2m | Cable coaxial | \$ 2.00 | \$ 4.00 |
| 0.50m | Estaño | \$ 0.50 | \$ 0.50 |
| 1 | Pasta de soldar | \$ 2.00 | \$ 2.00 |
| 20 | Uniones frias | \$ 0.10 | \$ 2.00 |
| | | Subtotal | \$436.0 |

Tabla 3.2. Costo de Materiales.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbos. Cristian Panchi

Costo del uso de herramientas

| Detalle | Costo |
|-------------------------------------|-----------------|
| Destornilladores (plano y estrella) | \$ 1.50 |
| Estilete | \$ 0.50 |
| Tijera | \$ 1.00 |
| Alicate | \$ 1.00 |
| Cautín 25W | \$ 2.00 |
| Estaño | \$ 1.00 |
| Diagonal | \$ 0.60 |
| Pinza peladora de cables | \$ 1.00 |
| Pinza | \$ 1.50 |
| Total | \$ 10.10 |

Tabla 3.3: Costo del uso de herramientas

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Costo del uso del Banco de Prueba e Instrumentos de Medición.

| Detalle | Costo |
|----------------------------------|-----------------|
| Banco de Prueba del VIR-30;31;32 | \$ 5.00 |
| Generador de Señal VOR/ILS | \$ 5.00 |
| Generador de Señal Sintetizado | \$ 5.00 |
| Osciloscopio Digital 150 Mhz | \$ 3.00 |
| Multímetro Digital | \$ 1.00 |
| Multímetro Análogo | \$ 1.00 |
| Total | \$ 20.00 |

Tabla 3.4: Costo del uso del Banco de Prueba e Instrumentos de Medición.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Costo del uso de los equipos

| Detalle | Costo |
|------------------|----------------|
| Remachadora | \$ 2.00 |
| Taladro de metal | \$ 3.00 |
| Total | \$ 5.00 |

Tabla 3.5: Costo del uso de los equipos

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Costos varios

| Detalle | Costo |
|---------------------------|------------------|
| Internet | \$ 50,00 |
| Útiles de Oficina | \$ 15,00 |
| Impresiones | \$ 60,00 |
| Anillados y empastados | \$ 20,00 |
| Copias | \$ 5,00 |
| Transporte y movilización | \$ 80,00 |
| Total | \$ 240.00 |

Tabla 3.6: Costos varios

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian.

Costo total del proyecto de graduación

| Detalle | Costo |
|---|------------------|
| Materiales | \$436.0 |
| Herramientas | \$ 14.85 |
| Banco de Prueba e Instrumentos de Medición. | \$ 20.00 |
| Equipos | \$ 5.00 |
| Costos varios | \$ 240.00 |
| Total | \$ 715,85 |

Tabla 3.7. Costo total del proyecto de graduación

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Se ha habilitado el Sistema electrónico del Equipo de Aviación Glide Slope en el MÓDULO DIDÁCTICO GLIDE SLOPE/MARKER BEACOM, con los trabajos realizados en el desarrollo del proyecto.
2. Se implementó una fuente de poder con los voltajes de: +12VCC, -12VCC, +28VCC, GND y una corriente acorde a la necesidad del equipo de aviación dando como resultado una correcta operación del Sistema Glide Slope en dicho Módulo Didáctico de Aviación.
3. El mantenimiento planificado al Sistema de Aviación Glide Slope, a través de la Tarjeta Glide Slope del VIR-30, el Control VHF 313-4D y el Indicador IND-350, se cumplió a cabalidad en el Ala de Transporte No 11 Quito en donde se encuentran los implementos necesarios para la realización del proyecto.
4. La creación de la Señal Glide Slope para el manejo del Módulo Didáctico se realizó mediante la ayuda de un software de programación gráfica LabVIEW 8.6 y un Generador de Señal Sintetizado 8646B existente en el Laboratorio de Digitales.
5. La simulación del proceso de aterrizaje de una aeronave para el Sistema Glide Slope se realizó en el Software de programación LabVIEW 8.6, en el cual se observa su operación tanto en la simulación como en el indicador del Banco Didáctico Glide Slope.
6. Se ha comprobado y evaluado el funcionamiento del Sistema de Aviación Glide Slope una vez implementado los trabajos respectivos como la fuente de alimentación con sus respectivos voltajes, los equipos que conforman el sistema Glide Slope y la generación de la Señal Glide Slope.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Una vez habilitado el Banco Didáctico Glide Slope para que tenga una larga vida de operación se debe manejar en base a su Manual de Operación (Anexo B) ya que en este se encuentra las instrucciones de manipulación del equipo paso a paso con sus indicaciones.
2. Verificar la operación del Banco Didáctico de Aviación Glide Slope comprobando el voltaje de alimentación debido a que pueden existir algunas fallas como: fusible quemado, switch dañado o corte de alimentación de 115 VAC.
3. Se recomienda al personal encargado del Módulo Didáctico Glide Slope dar el debido mantenimiento en base a su Manual de Mantenimiento (Anexo C) y de ser necesario recurrir a sus órdenes técnicas de cada parte que conforma el Sistema Glide Slope.
4. Verificar la señal Glide Slope antes de conectar al Modulo Didáctico, por medio de un osciloscopio la señal de salida CSB de la Tarjeta DAQ y la señal de salida Glide Slope del Generador de Señal Sintetizado, para estar seguro de la existencia de la señal adecuada.
5. Los estudiantes deben estar siempre supervisados por el docente en el manejo del presente proyecto ya que de no tener los conocimientos necesarios del funcionamiento del Banco Didáctico, del Software de programación LabVIEW 8.6 y del Generador de Señal Sintetizado es recomendable evitar su manipulación para evitar daños.
6. Al operar el Módulo Didáctico Glide Slope y de presentarse alguna anomalía se debe recurrir a su Manual de Posibles Fallas y Soluciones (ANEXO D) para solucionar correctamen dichos problemas y no cometer manipulaciones incorrectas.
7. Antes de empezar la operación del Banco Didáctico asegurarse que los switch de fallas se encuentren desactivados, ya que esto puede producir un mal funcionamiento del Sistema Glide Slope e incluso forzar al equipo a operar introduciendo mayores voltajes que puede quemar la tarjeta G/S.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Acoplar.- Unir dos piezas de modo que se ajusten perfectamente.

Aeródromo.- Termino llano y despejado dispuesto para el despliegue y aterrizaje de aviones.

Aeronáutico.- Es la ciencia o disciplina cuyo ámbito es el estudio, diseño y manufactura de aparatos mecánicos capaces de elevarse en vuelo, así como el conjunto de las técnicas que permiten el control de aeronaves.

Aeronave.- Vehículo capaz de navegar por el aire.

Aerovía.- Ruta establecida para el vuelo de los aviones comerciales.

Aguja horizontal.- Indica la posición de la senda de planeo con relación a la posición vertical de la aeronave.

Alergización.- Modificación de la reactividad normal que experimenta un organismo tras un contacto previo con una sustancia extraña.

Alimentación.- Conjunto de lo que se toma o se proporciona como alimento.

Antena Glide Slope.- Es una antena dipolo doblada en forma de “U”, colocada en la parte delantera del avión.

Audible.- Que se puede oír.

Aviónica.- Hace referencia a los sistemas electrónicos usados en aviones, satélites artificiales y naves espaciales, tanto sistemas de comunicación y navegación como sus indicadores y elementos de manejo.

B

Banderola.- Indicación de advertencia debe estar a la vista sin las conexiones hechas en el indicador.

Bobina.- Carrete o cilindro para enrollar en el cable.

Booleano.- A cualquier expresión se le puede atribuir un valor verdadero o falso.

Banda lateral.- Lado, costado, margen de una señal modulada.

C

Colisión.- Choque de dos cuerpos.

Cortocircuito.- Se produce por contacto entre los conductores y origina una descarga.

Cuadro de Diálogo.- Es una ventana para un propósito especial que le está pidiendo que ingrese algo.

Control VHF.- Es operado por el piloto o cualquier otra persona que tenga acceso al panel de instrumentos del avión para selección de la frecuencia de navegación.

D

Didáctico.- Adjunto de la enseñanza. Propio, adecuado para enseñar o instruir.

Diodo.- Válvula electrónica que consta de un ánodo frío y de un cátodo caldeado.

Dos-fuera-de-cinco.- Es una codificación de los dígitos decimales con cinco bits binarios y que tiene la característica de que cada elemento de código contiene dos 1s y tres 0s.

Diagrama polar.- Es un dibujo técnico que refleja la radiación en que un determinado sistema capta o emite (radia) energía al espacio.

E

Eje Longitudinal.- Es conocido como el eje de simetría de un cuerpo

F

Frecuencia.- Calidad de frecuente. Número de oscilaciones o vibraciones que se produce durante una unidad de tiempo en un movimiento periódico.

Fusión.- Efecto de fundir o fundirse.

Fusible.- Es denominado como aparato de energía y protección contra sobrecarga de corriente eléctrica por fusión.

Fluctuación.- Crecer y disminuir alternativamente, oscilar, variar.

G

Generador.- Adj. Que genera. Máquina que produce energía eléctrica a partir de otro tipo de energía.

Glóbulos.- Cuerpo esférico pequeño.

I

Intercalar.- Poner una cosa entre otras.

Interconexión.- Conexión entre dos o más fuentes de energía.

Iteracción.- Acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, agentes, fuerzas, funciones.

L

Líquido iónico.- (LI) es un fluido constituido exclusivamente por iones, considerándose como tales a las sales con una temperatura de fusión por debajo del punto de ebullición del agua (100 °C).

Lámpara Marker Beacom.- Es la salida visual en una lámpara de indicación del Sistema de aterrizaje ILS.

M

Magnético.- Es un fenómeno físico por el que los materiales ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales.

Maniobra.- Cualquier operación material que se ejecuta con las manos.

Marcador Medio.- Indicador que define un punto específico a lo largo de la aproximación final hacia la pista

Meteorológica.- Es la ciencia interdisciplinaria, fundamentalmente una rama de la Física de la atmósfera, que estudia el estado del tiempo, el medio atmosférico, los fenómenos allí producidos y las leyes que lo rigen.

Microamperios.- m. Unidad de intensidad de corriente eléctrica que equivale a la millonésima parte del amperio.

Modulación.- Engloba el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal

Módulo.- Es un componente autocontrolado de un sistema, dicho componente posee una interfaz bien definida hacia otros componentes.

N

Náutica.- Relativo a la navegación. Ciencia o arte de navegar.

Navegación.- Proviene del latín *navis*, "nave"; *agire* "guía": es la acción de navegar o el viaje que se hace con una nave.

O

Ohmetro.- Es un instrumento para medir la resistencia eléctrica.

Ohmio u ohm (símbolo Ω).- Es la unidad derivada de resistencia eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades.

Onda completa.- Es un circuito empleado para convertir una señal de corriente alterna de entrada (V_i) en corriente directa de salida (V_o) pulsante.

Oscilador.- En electrónica un oscilador es un circuito capaz de convertir la corriente continua en una corriente que varía de forma periódica en el tiempo estas oscilaciones pueden ser senoidales, cuadradas, triangulares,

Osciloscopio.- Instrumento de medición electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo.

P

Perpendiculares.- En geometría, la perpendicular de una línea o plano, es la que forma ángulo recto con la dada.

Perillas.- Adorno con figura de pera, para control de volumen, alergización y control de prueba.

PIN.- (Personal Identification Number o Número de Identificación Personal) es un valor numérico usado para identificarse y poder tener acceso a ciertos sistemas o artefactos.

Polarización.- Es el campo vectorial que expresa la densidad de los momentos eléctricos dipolares permanentes o inducidos en un material dieléctrico.

Potenciómetro.- Es un resistor al que se le puede variar el valor de su resistencia.

R

Resistencia.- Es una medida de su oposición al paso de una corriente. La unidad de la resistencia en el Sistema Internacional de Unidades es el ohmio (Ω).

Radiofrecuencia.- También denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz.

Radionavegación.- Los sistemas de medio y corto alcance incluyen como red principal de radionavegación la red de estaciones VOR y como red secundaria las radiobalizas.

Remoto.- Que está muy lejos o muy apartado en el tiempo o el espacio: país remoto; lugar remoto; época remota, distante, lejana, cercana.

S

Señal filtrada.- Acción y efecto de filtrar o filtrarse una señal entre otras.

Simulador.- Aparato que permite la simulación de un sistema, reproduciendo su comportamiento.

U

Umbral.- Es la cantidad mínima de señal que ha de estar presente para ser registrada por un sistema.

V

Voltaje.- La tensión, voltaje o diferencia de potencial es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica.

ABREVIATURAS

ILS.- Instrument Landing System (Sistema de Aterrizaje por Instrumentos)

DME.- Equipo Medidor de Distancia

VOR.- Very High Frequency Omnidirectional Range

VHF.- Very High Frequency (Frecuencia muy alta)

UHF.- Ultra High Frequency (Frecuencia alra alta)

DDM.- Diferencia de la Profundidad de Modulación

CSB.- Carrier and Side Band (Portadora y bandas laterales)

MDCNA.- Navegacion de comparación de la profundidad de la modulación

ITSA.- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

VCC.- Voltaje de Corriente Continua

ETFA.- Escuela Tecnica de la Fuerza Aerea.

GND.- Ground (Tierra)

OACI.- Organización de Aviación Civil Internacional

DME.- Equipo Medidor de Distancia

Mhz.- Mega Hertz

Khz.- Kilo Hertz

OMI.- Outer Marker, Middle Marker, Inner Marker

VIR.- Receptor ILS/VOR

GP.- Glide Slope

LOC.- Localizador

RF.- Radio Frecuencia

DC.- Corriente Directa

AGC.- Control de Ganancia Amplificada.

Hz.- Hertez

NAV.- Navegación

A.- Amperio

VAC.- Voltaje de Corriente Alterna

Vi.- Voltaje de entrada

Vo.- Voltaje de salida
µf.- Micro Faradio
Cbos.- Cabo Segundo
Ω.- Ohmio
DAQ.- Tarjeta de Adquisición de Datos
E/S.- Entradas/Salidas
mA.- Mili Amperio
µV.- Micro Voltio
J.- Jack
TTL.- Lógica transistor a transistor
dB.- Decibelios
dBm.- Mili decibelios
AM.- Amplitud Modulada
FM.- Frecuencia Modulada
IDENT.- Identificación
R.- Resistencia
IF.- Frecuencia Intermedia
A.- Amperio
P.- Potencia
E.- Tensión
I.- Intensidad
C.C.- Corriente Continua
D.C.- Corriente directa
VAC.- Voltaje de corriente alterna.
ITSA.- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico
⊥.- Tierra
ON.- Encendido
OFF.- Apagado
W.- Watts (vatios)

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Orden Técnica del Receptor de Navegación VIR-30
- ❖ Orden Técnica Control VHF 313N-4/4A/4B/4C/4D
- ❖ Manual Receptor de Navegación VIR-351
- ❖ Manual de Instrucción de RADIO AYUDAS, Instructor: Ing. Eduardo Pasochoa
- ❖ Operación y Calibración Manual HP Parte 08657-90115 (Generador de Señal Sintetizado)
- ❖ Enciclopedia de Aviónica del ITSA
- ❖ NACIONAL INSTRUMENT-LabVIEW básico 1
- ❖ Proyecto de grado elaborado por: Cristian Santiago Panchi Guamangallo
- ❖ http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Difference_in_the_Depth_of_Modulation
- ❖ <http://www.navfltsm.addr.com/ils.htm>
- ❖ www.seaerospace.com
- ❖ <http://es.wikipedia.org>
- ❖ <http://www.ecgproducts.com>
- ❖ http://www.wire_ms22759/16-22-9tefzelinsulation.com
- ❖ <http://sine.ni.com/nips/cds/print/p/lang/es/nid/11442>
- ❖ [www.Busca De Collins generador de señal 479S-6A VOR ILS NAV](http://www.Busca_De_Collins_generador_de_señal_479S-6A_VOR_ILS_NAV)
- ❖ http://www.navegarea.com/radioayudas/ils/teo_modulacion/ils_modulacion_am_ils.html.
- ❖ <http://www.answers.com/topic/two-out-of-five-code>
- ❖ www.definicion.org/diccionario/43
- ❖ <http://www.planetaelectronico.com/cursillo/tema4/tema4.1.html>

ANEXOS

ANEXO "A"
INVESTIGACIÓN DEL PROBLEMA (ANTEPROYECTO)

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO



CARRERA DE ELECTRÓNICA
MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

TÍTULO DEL ANTEPROYECTO

“¿DE QUÉ FORMA LA NO DISPONIBILIDAD DE FUENTES DE ALIMENTACIÓN, GUÍAS TÉCNICAS, SIMULADORES GENERADORES DE SEÑAL DE LOS MÓDULOS DIDÁCTICOS DE AVIACIÓN EN EL LABORATORIO DE AVIÓNICA E INSTRUMENTACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO AFECTA EN SU FUNCIONALIDAD PARA EL APRENDIZAJE PRÁCTICO DE LOS ALUMNOS?”

ELABORADO POR:
Cbos.Tec.Avc. Panchi Guamangallo Cristian Santiago

2009-2010

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es un establecimiento educativo ubicado en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, en la calle Javier Espinoza y Av. Amazonas. En la actualidad el instituto ofrece tecnólogos en 5 diferentes carreras al servicio del país como: Mecánica Aeronáutica mención motores y aviones, Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica, Telemática, Logística y Transporte, Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre. Cada una de las carreras está enfocada a obtener profesionales aeronáuticos íntegros e innovadores competitivos y entusiastas comprometidos con el desarrollo de la patria.

Uno de los objetivos de la carrera de Electrónica es formar tecnólogos a través de una educación integral en las áreas técnicas, científicas y humanísticas, que pongan de manifiesto su interés por la investigación e innovación científica y tecnológica.

Con el transcurso de los años el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación presenta deficiencias en el funcionamiento en sus Módulos Didácticos de enseñanza como es el caso de los sistemas VOR/LOC y GLIDE SLOPE/MARKER BEACON ya que estos no constan de componentes específicos para su correcta operación, lo que imposibilita la cátedra de los docentes y provoca vacíos en la parte práctica de los alumnos. Es por tal que nace la necesidad de investigar su estado y necesidades del laboratorio para mejorar su potencialidad y así se pueda impartir una enseñanza más efectiva y eficiente a los estudiantes de la Carrera de Electrónica, de no tomar cartas en el asunto no se estaría cumpliendo con la misión que tiene el instituto como es el formar tecnólogos competitivos e innovadores.

1.2 Formulación del Problema

¿De qué forma la no disponibilidad de fuentes de alimentación, guías técnicas, simuladores generadores de señal de los Módulos Didácticos de Aviación en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico afecta en su funcionalidad para el aprendizaje práctico de los alumnos?

1.3 Justificación e Importancia

En la actualidad es primordial que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico brinde los conocimientos teóricos a la par de clases prácticas por medio de Módulos Didácticos de Aviación hacia los estudiantes de la Carrera de Electrónica que ayuden en un avance y mejoramiento tecnológico.

He ahí nuestra preocupación por la funcionalidad de dichos módulos inoperativos existentes en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación, ya que desde su adquisición no han tenido un mantenimiento adecuado ni una guía técnica para su conocimiento y por la falta de dispositivos no se puede comprobar su funcionalidad. Con la operación de dichos módulos en el laboratorio se incrementará el potencial de aprendizaje ya que este proyecto beneficiará directamente tanto al docente como al instruido en las diferentes cátedras dictadas complementando los conocimientos teóricos con la práctica.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Optimizar el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico con la operación de los Módulos Didácticos de los Sistemas de Aviación existentes en dicho laboratorio para el mejoramiento del nivel académico en los estudiantes.

1.4.2 Específicos

- Analizar la situación actual del Laboratorio de Aviónica e Instrumentación del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Investigar el modo de operación de los diferentes Módulos Didácticos de Aviación como son del Sistema VOR/LOC, GLIDE SLOPE/MARKER BEACON para conocer su funcionamiento.
- Detectar las diferentes falencias por las que dichos módulos no pueden operar correctamente.
- Examinar detalladamente cuales son las razones por la que no se puede poner en funcionamiento a los Módulos Didácticos de Aviación.

1.5 Alcance

En el siguiente trabajo investigativo está centrado en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación donde también se implica a estudiantes, docentes de la Carrera de Electrónica, autoridades y todos aquellos relacionados con el medio de estudio. Convirtiéndose en una pieza muy importante para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de la mencionada carrera.

CAPÍTULO II

PLAN DE LA INVESTIGACIÓN (METODOLÓGICO)

2.1 Modalidad Básica de Investigación

El presente proyecto de indagación se adherirá a métodos y técnicas de investigación que contribuya de forma cierta y lineal al objetivo trazado a buscar, desarrollando una información detallada y pormenorizada de la problemática latente del Laboratorio de Aviónica e Instrumentación para lo cual se optara por los siguientes medios:

En el proceso de investigación la modalidad básica a utilizarse será la investigación de campo no participante ya que permitirá llegar directamente a la fuente de la problemática en donde nos limitaremos a observar y recopilar información para ir concretando netamente cuales son las partes del problema a estudiar.

Se utilizara también la Bibliográfica Documental puesto que se recurrirá a libros, folletos, revistas así como también el internet y cualquier otra fuente que proporcione el material necesario para desarrollar nuestra investigación a través de un fundamento teórico-científico.

2.2 Tipos de Investigación

Se recurrirá a la investigación no experimental ya que nos permitirá hacer una identificación clara y detallada de las falencias que existen en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación; ya que es evidente que la falta de un mantenimiento especial a los Módulos Didácticos de Aviación en el laboratorio está ocasionando defectos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de la carrera

de Electrónica, junto a esta también se utilizara la investigación cuasi experimental que permitirá manipular los Módulos Didácticos para ver su estado y posibles soluciones.

2.3 Niveles de Investigación

Se basará en el tipo de **Investigación Exploratoria** puesto que dichos Módulos Didácticos de Aviación no contienen una orden técnica que nos pueda orientar hacia nuestro objetivo, por lo que tendríamos que explorar y manipular su circuitería interna basándonos en los conocimientos e ideas relacionadas con dicho módulo para reportar soluciones.

Investigación Descriptiva ya que permitirá describir la situación actual del estado en que se encuentran los Módulos Didácticos del Laboratorio de Aviónica e Instrumentación para detectar las posibles soluciones y requerimientos necesarios.

La Investigación Correlacional la cual nos ayudará a medir el grado de relación que existe entre la no disponibilidad de los Módulos Didácticos de los diferentes Sistemas con la eficiencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Electrónica.

2.4 Universo, Población y Muestra

Universo.- Se tomará en consideración a todo el personal docente, administrativo y estudiantes, quienes conforman parte del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico que vendrán a constituir unidades de investigación.

Población.- En esta parte de la investigación se tomará en cuenta el personal docente de la carrera de electrónica y estudiantes de quinto nivel electrónica en dicha carrera.

Muestra.- En la investigación se utilizará el muestreo aleatorio estratificado ya que buscamos criterios coherentes y acertados a la necesidad que deseamos resolver para los cuales se ha seleccionado a: (3) Docentes que trabajan directamente en mencionado laboratorio.

2.5 Recolección de datos

2.5.1 Técnicas de la Investigación:

Técnica bibliográfica.- Este tipo de técnica permitirá recolectar información valiosa proveniente de libros, manuales técnicos, revistas, documentos en general, ya que dichos Módulos Didácticos de Aviación necesitan fuentes de exploración técnicas y tecnológicas que nos ayuden a tener una idea clara y justa de los módulos del laboratorio.

Técnica de campo.- Por medio de esta técnica nos permitirá recolectar toda la información posible mediante la observación y el contacto directo a los Módulos Didácticos de Aviación para detectar todas sus averías y necesidades.

Es importante recalcar que se usara la ficha de Observación como instrumento de recopilación de información para determinar sus necesidades, deficiencias y/o carencias de los Módulos Didácticos del laboratorio de Aviónica e Instrumentación, lo cual nos servirá como base sustentable para el desarrollo de la investigación.

Por medio de la observación utilizaremos las siguientes técnicas:

- **Observación documental,** nos permitirá la exploración documental bibliográfica la cual nos ayudará a construir un marco teórico acorde a nuestras necesidades.

- **Observación de campo** se realizará en el "ITSA", específicamente en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación; lugar en el que se producen los hechos a través del contacto directo entre el personal docente y alumnos que trabajan en la misma.

La utilización de la **entrevista personal** se realizara únicamente al personal docente que trabaja o está al tanto de la situación real en que se encuentran dichos módulos, mediante el uso de un cuestionario como instrumento que facilitará la recopilación de la información a través de preguntas las mismas que ayudarán a recolectar una información clara y concreta que contribuyan con ideas y criterios para el mejoramiento del Laboratorio de Aviónica e Instrumentación, cuyos datos nos servirá para continuar con el desarrollo de la investigación. La entrevista se realizara personalmente a (3) docentes de la carrera de electrónica.

2.6 Procesamiento de la información.

En este punto de la investigación se realizará un análisis crítico de la información recolectada a través de los instrumentos utilizados.

Los datos recogidos en las fichas de observación por medio de una exploración de información determinaremos las novedades y requerimientos que pretende el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación; con las entrevistas se realizará un análisis de los resultados de cada una de las preguntas determinando su valor y aporte como sustento a buscar nuestros objetivos dando su respectiva interpretación de resultados, de ser posible se realizara una representación estadística mediante gráficos de columnas o circular para su mejor comprensión.

2.7 Análisis e interpretación de resultados

El análisis de resultados obtenidos se realizará una vez procesada la información lo cual nos permitirá establecer que la investigación realizada nos ayude a alcanzar los objetivos planteados.

Se razonará en forma crítica cada una de las preguntas de la entrevista y se estudiara la información obtenida de las fichas de observación para interpretar los resultados en forma clara y coherente, ya que de ellos obtendremos las conclusiones específicas para poder emitir una conclusión general.

2.8 Conclusiones y Recomendaciones

Una vez que se ponga en práctica las técnicas de investigación, el procesamiento y análisis de la información se obtendrá las respectivas conclusiones y recomendaciones que será la base fundamental para la creación del proyecto.

CAPÍTULO III

EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

3.1 Marco teórico

3.1.1 Antecedentes de la investigación

El INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO es uno de los centros educativos más prestigiados que cuenta el país a nivel tecnológico y aeronáutico, quien recibe jóvenes de todos los rincones de nuestra patria para su preparación intelectual y técnica. Por tal motivo el instituto debe brindar la mejor infraestructura que aporte en todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como sus laboratorios deben estar preparados y equipados con el mejor material tecnológico al servicio de los docentes y estudiantes para el desarrollo de una investigación experimental, científica y técnica en sus alumnos.

A lo largo de nuestra vida estudiantil nos hemos dado cuenta de las falencias que presenta el instituto como son la falta de espacio físico para los diferentes laboratorios y la carencia de Módulos Didácticos de Aviación con sus respectivas guías técnicas que ayuden al aprendizaje práctico.

Este trabajo de investigación nace debido a la falta de operación de los Módulos Didácticos de Aviación en la cual se pueda experimentar los conocimientos adquiridos en clase, proyecto que aportara con el engrandecimiento de nuestra institución, por tal motivo su enfoque se basa en investigar el estado en que se encuentran los Módulos Didácticos de aviación del Laboratorio de Aviónica e Instrumentación para determinar sus averías y necesidades para ponerlos en funcionalidad al servicio de todo personal docente y estudiantil, proyecto que de inicio a la modernización de dicho laboratorio.

3.1.2 Fundamentación teórica

3.1.2.1 Proceso de Enseñanza Aprendizaje

Es un modelo didáctico y elemento facilitador de la apropiación del conocimiento, el cual está compuesto de la transmisión de información mediante la comunicación sintetizando los conocimientos los cuales van desde el no saber hasta el saber y un proceso natural muy complejo definido por la adquisición de un nuevo conocimiento o habilidad.

El proceso enseñanza-aprendizaje constituye un verdadero par dialéctico el mismo que se debe organizar y desarrollar de manera tal que resulte como lo que debe ser un elemento facilitador de la apropiación del conocimiento de la realidad objetiva, hará posible en el menor tiempo y con el mayor grado de eficiencia y eficacia alcanzable para una excelencia profesional.

3.1.2.2 Laboratorio

Un laboratorio es un sitio dotado con numerosos instrumentos de medida y equipos con los que se ejecutan ensayos o investigaciones diversas según la rama de la ciencia a la que se aplique. También puede ser una aula o dependencia de cualquier centro docente acondicionada para el desarrollo de clases prácticas y otros trabajos relacionados con la enseñanza de ahí que es de vital importancia en una institución educativa implementar laboratorios que aporten de manera positiva al nivel de educación y enseñanza.

3.1.2.3 Laboratorio de Aviónica.

El Laboratorio de Aviónica cuenta con bancos en donde es posible realizar prácticas de VOR, ADF, VHF y Comunicaciones Aeronáuticas en general.

Se realizan prácticas de manera de enfrentar al alumno a los problemas clásicos de mantenimiento a fin de obtener experiencia en inspección y reparación de circuitos lo que permite tomar contacto con instrumental específico de aviónica y obtener experiencia en la interpretación de diagramas.



Figura 1.0 Laboratorio de Aviónica

Fuente: www.iua.edu.ar/fi/index.php?menu=466

Elaborado por: Cbos. Téc. Avc. Cristian Panchi

El alumno se familiarizará con el ensayo en el banco de prueba llevando a cabo las comprobaciones según corresponda de: sensibilidad, potencia, umbral de Squelch, cambio de canales, modulación, marcación, consumo, banderas de alarma, etc. lo que le permitirá adquirir conocimiento de la “anatomía” de los equipos, ubicación de partes, reemplazo del sub-conjunto o módulo y reajustes posteriores.

Todo esto es realizado siguiendo normas e instrucciones para la instalación de sistemas de Aviónica.¹⁹

¹⁹ <http://www.iua.edu.ar/fi/index.php?menu=466>

3.1.2.4 ANTENA



Figura 2.0 Antena

Fuente: Enciclopedia LAMBA

Elaborado por: Cbos. Téc. Avc. Cristian Panchi

Elemento radiante utilizado para emitir y captar, ondas electromagnéticas formadas, por lo común, por uno o varios hilos metálicos colocados a más o menos altura del suelo, aislados por un extremo y comunicando con tierra por el otro a través del aparato emisor o receptor de radiotelefonía. La antena constituye por sí misma un circuito oscilante abierto.²⁰

3.1.2.5 Técnico de mantenimiento de Aviación

Conforme la tecnología aeronáutica se ha hecho más compleja, de la misma manera ha aumentado la necesidad de contar con técnicos en aeronáutica altamente capacitados. Hoy en día, los técnicos de mantenimiento en aeronáutica están capacitados para proveer mantenimiento, reparar, resolver problemas, e inspeccionar sistemas aeronáuticos sofisticados que ahora se utilizan para volar de manera segura alrededor del mundo. Los aviones de hoy están equipados con computadoras y dispositivos electrónicos que se utilizan para las operaciones de vuelo, navegación, sistemas de emergencia, comunicación, monitoreo de motores, y comodidad de los

²⁰ Enciclopedia: LAMBDA, Árbol de conocimientos

pasajeros, por mencionar algunos. Estos y muchos otros sistemas están diseñados para hacer los viajes aéreos más seguros, más eficientes, y más cómodos. Esos sistemas requieren que los técnicos obtengan capacitación adicional, pero no han sustituido la educación básica que requiere la Administración Federal de Aviación para obtener un permiso de fuselaje y turbinas aeronáuticas. Los técnicos de Mantenimiento de Aviación se capacitan en mecánica básica, hidráulica, neumática, estructuras aeronáuticas, compuestos, revisión de motores, pruebas no destructivas, sistemas eléctricos, equipo de aterrizaje, frenos, sistemas de oxígeno, etc.²¹

3.1.2.6 Modelo Didáctico

Los modelos didácticos son unos planes estructurados que pueden usarse para configurar un currículo, para diseñar materiales de enseñanza y para orientar la enseñanza en las aulas.

“Por modelo se entiende un sistema concebido mentalmente o realizado de forma material, que, reflejando o reproduciendo el objeto de la investigación, es capaz de sustituirlo de modo que su estudio nos dé nueva información sobre dicho objeto” (Miller, J. 1998, p. 13). Esta definición constituye la guía para la elaboración del concepto operante de modelo didáctico, al ser capaz de trascender el plano teórico. Para la elaboración del modelo didáctico que favorezca la formación de valores a través de la solución de problemas, se consideran las características fundamentales que deben poseer los modelos; ellas son: Abiertos: Capaces de interactuar con el medio, Flexibles: Capaces de adaptarse y acomodarse a diferentes situaciones dentro de un marco o estructura general, Dinámicos: Capaces de establecer diferentes relaciones potencialmente, Probabilísticos: Capaces de poder actuar con un margen de error, o de éxito aceptable que den confianza a la acción.²²

²¹ Artículo de Damon Bowling, Director de Servicios Estudiantiles en Spartan School of Aeronautics.
<http://www.guiaestudiantilinternacional.com/articles/aviationmaintenance.php>

²²<http://espanol.answers.yahoo.com/question/index?qid=20070404155619AA12bDn>

3.1.2.7 VOR (VERY HIGH FREQUENCY OMNIDIRECTIONAL RANGE)

CONCEPTO.- El VOR es un sistema de radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia, que suministra información en acimut con respecto al norte magnético. Es un sistema de tipo goniómetro. Por ser un equipo VHF es considerado de media distancia y utiliza los DECIMALES PARES de su banda de frecuencia para aquel que será utilizado para realizar APROXIMACION a una pista, y a su vez, los que tengan DECIMALES IMPARES se utilizaran para RUTA.

Tiene un alcance de 200 Km con una potencia de 100w, su propagación es en línea recta, o línea de vista debido a la frecuencia en que opera. La información que recibe la aeronave es independiente de la proa. Tiene las siguientes ventajas sobre el NDB:

- Menos interferencias debidas a las tormentas eléctricas.
- Mayor exactitud
- Se puede compensar automáticamente la deriva producida por el viento, llevando la aguja centrada.

El VOR es parte del sistema de navegación RHO-THETA, que posibilita al piloto determinar la posición de la aeronave en base a dos parámetros.

- El primero RHO (Distancia de la estación) suministrada por la estación DME.
- El segundo THETA (Azimut relativo al norte magnético) suministrado por la estación VOR.

- **FRECUENCIA.-** El rango de frecuencia asignado por OACI para un VOR es de 112Mhz a 118Mhz. La frecuencia asignada a cada VOR se denomina canal y la separación entre canales adyacentes es de 50khz.

- **IDENTIFICACION.-** Se utilizan 3 letras en Código Morse con un tono de 1020 Hz, ejemplo: QIT, LAV, etc.
- **PRECISION.-** La precisión predecible de un VOR es $\pm 1,4^\circ$. Sin embargo, datos de prueba indican que el 99,94% de tiempo con un sistema VOR tiene menos que $\pm 0,35^\circ$ de error. Los sistemas VOR son internamente monitoreados y comunican cualquier error de la estación que exceda $1,0^\circ$.
- **SEÑALES.-** El VOR emite dos tipos de señales a más de la señal de identificación propia de la estación.
- **REFERENCIA.-** Es una señal de 30Hz que tiene su fase fija, se emite omnidireccionalmente y es modulada al 30% con una subportadora de 9960Hz en AM. Que a su vez es modulada en frecuencia (FM) con 30Hz y una desviación de 480Hz.
- **VARIABLE.-** También es una señal de 30Hz modulada en AM cuya fase varía de grado en grado con relación al acimut. Para el VOR el punto escogido para la posición de 0° es el norte magnético y corresponde a la mayor amplitud de la señal senoidal positiva y es denominado punto de referencia.

Combinando la señal de referencia con la variable se obtiene el cardiode giratorio. La figura 3.0 representa el cardiode giratorio en el punto 30° .

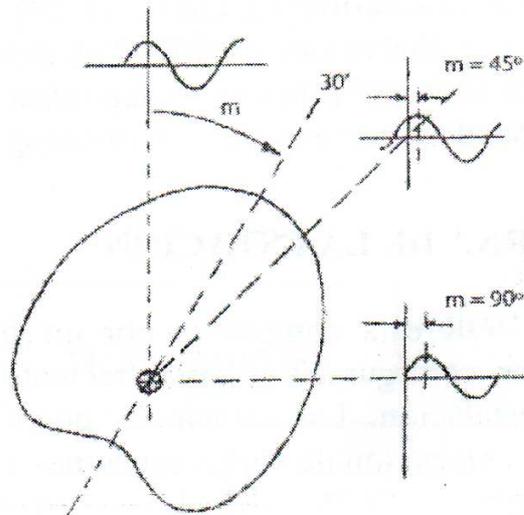


Figura 3.0 Cardiode Giratorio en 30°

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayudas

Elaborado por: Cbos. Téc. Avc. Cristian Santiago Panchi Guamangallo

El VOR genera un sinnúmero de radiales teóricamente; el receptor de VOR puede determinar en qué radial se encuentra la aeronave; mediante la utilización de COMPARADORES DE FASE, que sirven para extraer la diferencia de fase entre las dos señales y suministrar información a los indicadores respectivos.

Radial.- Es el número de grados que la señal variable está retrasada con respecto a la de referencia.

Rumbo.- Es la dirección de la aeronave al norte magnético.

3.1.2.8 I.L.S. (Instrument Landing System)

El sistema de aterrizaje por instrumento proporciona la ayuda necesaria para que la aeronave lleve a cabo las maniobras justas para la fase de aproximación hacia la pista de destino. Permite al piloto de una aeronave mantener GUIA DE DIRECCIÓN y ANGULO DE TRAYECTORIA DE DESCENSO durante la aproximación final y el

aterrizaje, en condiciones adversas de visibilidad, además provee referencia de distancia cuando trabaja junto con el DME del ILS.

Propiamente dicho, el ILS no es una radioayuda para la fase de aterrizaje en sí, sino que comprende su fase previa o fase de aproximación final; es decir, desde que la aeronave deja sus condiciones de vuelo de crucero hasta que inicia el procedimiento final de aterrizaje.

CATEGORÍAS.- Según norma OACI, el ILS está clasificado en categorías de actuación, que determinan la confiabilidad de la información hasta determinados puntos de decisión, en los cuales el piloto de la aeronave decide si efectúa el aterrizaje o frustra la aproximación, siempre y cuando en dichos puntos exista contacto visual para tomar la decisión final. Estas categorías son:

| CATEGORÍAS VISUAL | ALTURA DE DECISION (DH) | ALCANCE |
|--------------------------|--------------------------------|----------------|
| I | 200 pies | 800 mts |
| II | 100 pies | 400 mts |
| III A | 0 pies | 200 mts |
| III B | 0 pies | 50 mts |
| III C | 0 pies | 0 mts |

PARTES: El ILS está conformado por las siguientes partes:

- ❖ Localizador (LLZ) y monitor correspondiente.
- ❖ Glide Slope y monitor correspondiente.
- ❖ Radiobalizas VHF (Marcadores) y monitores correspondientes.

3.1.2.8.1 LOCALIZADOR

Es un transmisor VHF que proporciona “guía de rumbo” que orienta a la aeronave hacia el eje longitudinal de pista; es decir, fija la proyección horizontal de la trayectoria.

Radiación.- Su señal de portadora es modulada en amplitud por dos señales de 90 Hz y de 150 Hz al 20% cada una. La Diferencia de la Profundidad de Modulación (DDM) entre las dos señales, nos determina la posición de la aeronave con respecto al eje de pista.

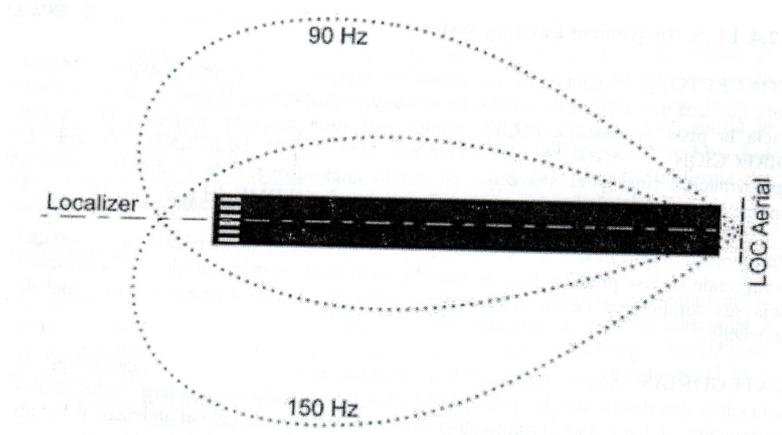


Figura 4.0 Localizador

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayudas

Elaborado por: Cbos. Téc. Avc. Cristian Panchi

Estas dos señales son emitidas por separado por un sistema de antenas direccionales; es decir, se emite la portadora por un lado y por otro las bandas laterales (Modulación espacial), correspondientes a las modulaciones de 150 Hz que predomina el derecho y de 90 Hz que predomina el lado izquierdo en relación a la dirección de la aproximación.

- **Frecuencia.-** Su rango de operación está comprendido entre los 108 y los 112 Mhz (VHF)

- **Identificación.-** El Localizador es el único que tiene un tono de identificación del ILS enganchado. Este tono es de 1020 Hz acompañado por tres letras en Código Morse.

3.1.2.8.2 GLIDE SLOPE

El Glide Slope consta de un transmisor UHF que proporciona la trayectoria de planeo (de descenso) de la aeronave.

Radiación.- También utiliza modulaciones de 90 Hz hacia arriba y de 150 Hz hacia debajo de la trayectoria de descenso, pero al 40% de modulación cada una. Esta trayectoria ideal con respecto al plano horizontal es de 3 grados, pero ajustable desde los 2 hasta 4 grados. Para la radiación de las señales se ubican las antenas sobre un poste vertical la antena inferior transmite la señal de portadora y la antena superior las bandas laterales. Una lectura de 0 DDM a bordo de la aeronave, nos indica el ángulo correcto de descenso que se ha establecido para un citado aeródromo.

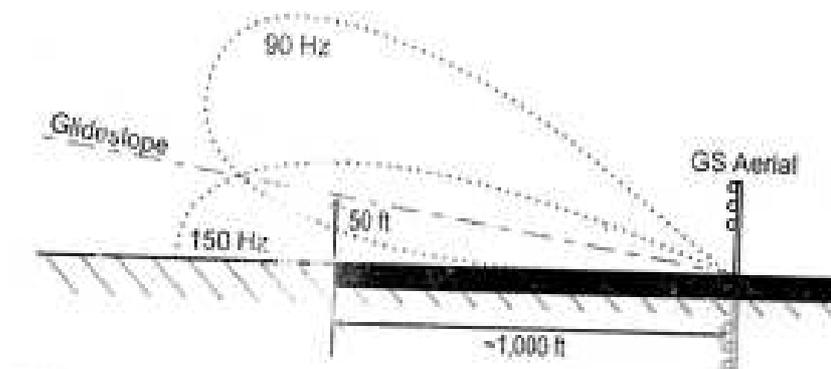


Figura 5.0 Glide Slope

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayudas

Elaborado por: Cbos. Téc. Avc. Cristian Panchi

La potencia de portadora es de 4 watts emitida con polarización horizontal.

Frecuencia.- El Glide Slope opera entre los 328 y 336 Mhz (UHF).

3.1.2.8.3 MARKER BEACON o MARCADORES

Son conocidos como radiobalizas y son aquellos que determinan el paso de la aeronave a distancia determinadas, cuando inicia la trayectoria de descenso. Tienen potencias de 2 a 5 watts ajustables que se emiten con polarización horizontal.

➤ **Frecuencia.-** Todos los marcadores sin excepción operan en 75 Mhz.

Tipos.- De acuerdo a la distancia se tienen los siguientes tipos:

- a) **Externo.-** Se ubica entre 3,5 a 7 millas náuticas de distancia desde el umbral. Tiene una frecuencia de modulación de 400 Hz con una serie continua de dos rayas por segundo. En la aeronave al cruzarlo se enciende la luz azul o púrpura.
- b) **Medio.-** Se ubica a 3500 pies de la pista, tiene una frecuencia de 1300 Hz y una serie alternada de puntos y rayas alternados. A bordo se enciende la luz ámbar.
- c) **Interno.-** Se ubica entre 75 a 450 m. de la pista, con tono de modulación de 3000 Hz y una serie continua de 6 puntos por segundo. Enciende una luz blanca.

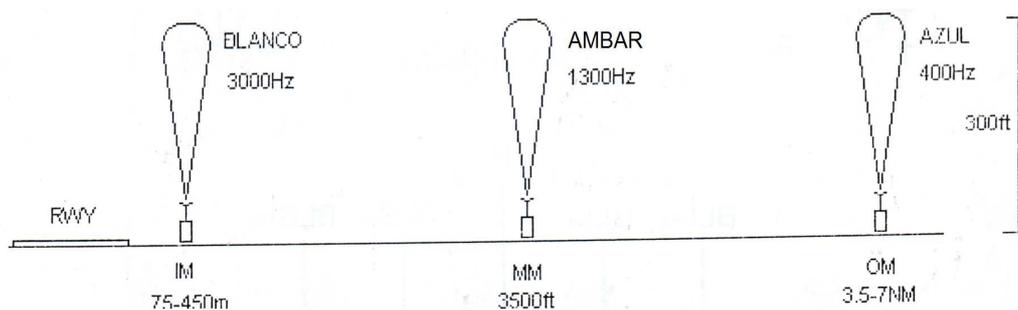


Figura 6.0 Marker Beacon

Fuente: Manual de Instrucción de Radio Ayudas

Elaborado por: Cbos. Téc. Avc. Cristian Panchi ²³

²³ Manual de Instrucción de Radio Ayudas, Instructor: Ing. Eduardo Pasochoa

3.2 Modalidad básica de la Investigación

En este capítulo describiremos los medios utilizados para la investigación del problema planteado en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación en la cual se utilizó los siguientes métodos:

❖ **La investigación de campo no participante** la cual nos permitió llegar directamente a la fuente de la problemática por medio de la observación de los diferentes instrumentos del avión, módulos didácticos, sistemas de aviación, material de exposición y trabajo para la recopilación de datos e información que nos ayude a determinar el estado en que se encuentran el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación.

❖ **La investigación bibliográfica documental** que fue el medio de indagación para la implementación de un marco teórico que ayude a conocer una breve síntesis figurada del problema planteado, entre los medios utilizados fueron: el internet, folletos, órdenes técnicas, documentos del laboratorio.

3.3 Tipos de Investigación

Los tipos de investigación que hemos realizado son:

La no experimental porque por medio de este se logró una identificación clara y detallada de la situación actual en que se encuentran dichos módulos, determinando que por una falta de mantenimiento y dedicación a la compra de equipos que ayude a comprobar el funcionamiento de los Módulos Didácticos de Aviación estos se encuentran inoperativos.

La cuasi experimental con la cual se manipularon intencionadamente los módulos para ver su estado y funcionalidad que tiene cada uno, en especial el

Módulo Didáctico GLIDE SLOPE/MARKER BEACON, se dedujo que se encuentran en buen estado y su funcionalidad es un mito por la falta de equipos que requieren.

3.4 Niveles de Investigación

Se uso el tipo de **investigación Exploratoria** ya que a través de observaciones dirigidas y entrevistas que se realizó al Personal Docente la carrera de Electrónica y todos quienes estén relacionados con el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación, permitió conocer el problema e identificarlo, para luego plantear y desarrollar el tema investigado.

La Investigación Descriptiva fue necesario ya que logro la descripción del problema analizado, detallando requerimientos y cuestiones de manera pormenorizada, por ejemplo cuales son, fecha de compra, que hacen, principio de funcionamiento, partes que constituye y cómo se manifiesta la falta de operación de los Módulos Didácticos de Aviación en el aprendizaje de los alumnos.

La Investigación Correlacional fue utilizada para medir el grado de relación que existe entre la falta de manejo y operación de los Módulos Didácticos de Aviación por parte de los alumnos, con su proceso de aprendizaje que desarrollan los estudiantes de la Carrera de Electrónica.

3.5 Universo, Población y Muestra

El siguiente trabajo se desarrollo en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico como universo de la investigación, los estudiantes de 5to nivel y el personal docente de la Carrera de Electrónica constituyen una parte específica que viene a ser la población de la investigación.

Y como muestra de la investigación se eligió a 3 docentes de la Carrera de Electrónica que han laborado por muchos años en el Instituto o dictan sus cátedras en estos laboratorios, siendo una fuente de información muy valiosa para alcanzar nuestros intereses entre estos son:

- Ing. Wilson Vinuesa (Instructor Técnico)
- Sgop. Anchatipan Jorge (Encargado del Laboratorio)
- Sgop. Medina Cristobal (Docente ITSA)

3.6 Recolección de datos

Para la recolección de datos nos ayudamos de las fichas de observación que se realizaba en cada visita al Laboratorio de Aviónica e Instrumentación con el objetivo de ir incrementando nuevas ideas de investigación, también se realizó 3 entrevistas a los docentes que utilizan estos laboratorios para obtener un aporte de información y sugerencias acerca de estos Módulos Didácticos de Aviación.

3.7 Procesamiento de la información

Una vez recolectado todos los datos de las fuentes de investigación mediante las entrevistas y las fichas de observación se realizó un estudio minucioso de la información, efectuando el respectivo análisis de cada uno de los datos obtenidos así como de las preguntas hechas.

3.8 Análisis e Interpretación de resultados

En base a los datos obtenidos a partir de las entrevistas realizadas se pudo obtener los siguientes resultados por pregunta.

3.8.1 Análisis por pregunta de las entrevistas realizadas a los docentes de la especialidad de aviónica.

1. ¿Cuál es el nivel tecnológico que presenta actualmente el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación? ¿Porque?

Análisis de Resultados

El personal docente que labora en el dicho laboratorio dice que el nivel tecnológico que presenta se encuentra entre medio y bajo ya que no cuenta con bancos de prueba, simuladores para comprobar el funcionamiento de los Módulos Didácticos de Aviación, manuales técnicos de funcionamiento y operación sirviendo solo para verlos físicamente más no para manejarlos en instrucción hacia los alumnos.

Interpretación de Resultados

Según criterio de los docentes el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación tiene un nivel bajo de enseñanza ya que no cuenta de equipos esenciales para el funcionamiento de los módulos.

2. ¿Sabe usted cual es la procedencia y en qué fecha fueron traídos los Módulos Didácticos de los Sistemas de Aviación al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

Análisis de Resultados

Solo un docente de los tres entrevistados conoce la procedencia y fecha en que fueron traídos los Módulos Didácticos de los Sistemas de Aviación al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

Interpretación de Resultados

Los resultados dicen que muy poco personal docente conoce la procedencia y fecha en que fueron adquiridos dichos Módulos Didácticos al laboratorio del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

3. ¿Son utilizados los Módulos Didácticos de los Sistemas de Aviación como medio de enseñanza a los estudiantes de la carrera de Electrónica?

Análisis de Resultados

Sus respuestas fueron que muy pocos sistemas se los utiliza y los demás no porque no disponen de generadores para simular señales VOR y no constan de sus respectivas antenas para hacerlos funcionar.

Interpretación de Resultados

Se concluyo que solo el Módulo Didáctico del ADF se lo puede poner en funcionamiento mientras los Módulos Didácticos VOR/LOC y GLIDE SLOPE/MARKER BEACON no consta de un generador de frecuencia para emitir señales de Tx, una fuente de alimentación y una antena adecuada.

4. ¿Los Módulos Didácticos de los Sistemas de Aviación constan de guías técnicas en la cual el docente pueda prepararse para sus diferentes cátedras dictadas?

Análisis de Resultados

La respuesta que dieron todos los docentes es que no constan de una guía técnica donde el docente pueda prepararse para sus diferentes cátedras, más solo se basan en la experiencia adquirida en el trabajo.

Interpretación de Resultados

El Módulo Didáctico VOR/LOC y GLIDE SLOPE/MARKER BEACON no tienen una guía técnica de mantenimiento y funcionalidad en la cual los docentes se puedan guiar para prepararse y dictar sus clases.

5. ¿Defina cual es el estado en que se encuentran estos Módulos Didácticos de Aviación?

Análisis de Resultados

Los Módulos Didácticos de Aviación se encuentran en buen estado, pero requieren de un mantenimiento y algunos elementos como una antena, fuente de energía propia y generadores para comprobar su funcionamiento.

Interpretación de Resultados

El estado en que se encuentran los Módulos Didácticos de Aviación es bueno pero desde su adquisición no han tenido un correcto mantenimiento y no se los han proveído de equipamiento adicional para comprobar su funcionamiento.

6. ¿Según su criterio cuales son las necesidades más requeridas para los Módulos Didácticos de Aviación?

Análisis de Resultados

Una de las principales necesidades son: guías de funcionamiento, un generador de frecuencia para cada banco de prueba, tiempo para brindar mantenimiento a los módulos y una fuente de poder propia.

Interpretación de Resultados

Es notorio que los ingenieros conocen de las necesidades que requieren de urgencia los Módulos Didácticos de Aviación porque sin estos equipos y elementos no se puede poner en funcionamiento, lo que sería un desperdicio de tecnología.

7. ¿Cree usted la necesidad de que estos Módulos Didácticos de Aviación cuenten con una guía técnica para su explicación de funcionamiento, porqué?

Análisis de Resultados

Los docentes concuerdan en que debe existir guía técnica para poder dar mantenimiento, evitar accidentes o daño en el equipo por mal manejo y para poderse guiar en sus clases lo que ahorraría tiempo para su trabajo.

Interpretación de Resultados

Módulos Didácticos de Aviación desde su procedencia no tienen una guía técnica que ayude a preparar al docente y poder brindar un mantenimiento adecuado, ya que en estos módulos existen puntos de prueba desconocidos por los instructores.

8. ¿Sabe usted si estos Módulos Didácticos han tenido un mantenimiento adecuado para su funcionalidad?

Análisis de Resultados

Un docente no tiene conocimiento y los otros dos concuerdan en que no han tenido mantenimiento por la falta de tiempo y personal capacitado.

Interpretación de Resultados

Con estas respuestas podemos darnos cuenta que dichos módulos no han tenido un mantenimiento adecuado por la falta de tiempo de los docentes encargados y personal preparado en estos sistemas, por lo que siempre han pasado desapercibidos.

9. ¿Piensa usted que es importante que los conocimientos teóricos sean complementados con la práctica? ¿Por qué?

Análisis de Resultados

Los docentes concuerdan en que los conocimientos teóricos deben ser reforzados con la práctica produciendo una comprensión más clara, por lo que el alumno aprende mejor.

Interpretación de Resultados

Es efectivamente que a través de la práctica, la experimentación u observación de los resultados el alumno tiene una idea clara de la teoría dictada en el funcionamiento de los sistemas del avión.

10. ¿En qué porcentaje de (0-100) % cree usted que aumentara el nivel de enseñanza-aprendizaje de los docentes hacia los alumnos con la funcionalidad de los Módulos Didácticos de Aviación?

| DOCENTES | Nivel que mejoraría la enseñanza y aprendizaje. |
|------------------------|--|
| Sgop. Medina Cristobal | 80% |
| Sgop. Anchatipan Jorge | 90% |
| Ing. Wilson Vinueza | 75% |
| Total | 81.666% |

Tabla 1.0 Pregunta 10

Fuente: Entrevista personal

Elaborado por: Cbos. Téc. Avc. Cristian Panchi

Nivel de enseñanza que mejoraría el Laboratorio de Avionica e Instrumentacion

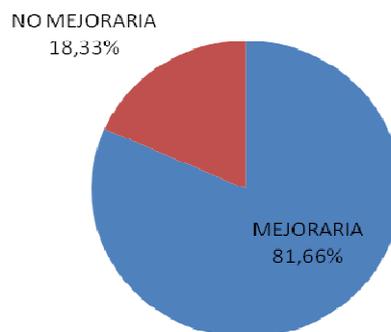


Figura 7.0 Pregunta 10

Fuente: Entrevista personal

Elaborado por: Cbos. Téc. Avc. Cristian Panchi

Análisis de Resultados

Una media aritmética de la opinión de los docentes dice que en un 81,66% aumentaría el nivel de enseñanza-aprendizaje de los docentes hacia los alumnos con la funcionalidad de los Módulos Didácticos de Aviación.

Interpretación de Resultados

Evidentemente que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico necesita reactivar su Laboratorio de Aviónica e Instrumentación ya que el criterio de los docentes confirma que sus enseñanzas no tienen bases prácticas para fundamentar sus conocimientos y con la funcionalidad de estos módulos aumentara en un gran porcentaje el nivel de aprendizaje.

3.9 Conclusiones y recomendaciones de la investigación

3.9.1 Conclusiones

1. Por medio de la presente investigación he conseguido obtener datos específicos de la situación actual en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación y así determinar una posible solución al problema planteado.
2. El estado de los Módulos Didácticos de Aviación en el laboratorio de Aviónica e Instrumentación no es el apropiado ya que desde su compra no han tenido un mantenimiento adecuado para su funcionalidad.
3. Dichos Módulos Didácticos de Aviación en la actualidad requieren de ciertos elementos esenciales para comprobar su estado de funcionamiento como son: fuente de poder propia, simulador generador de señal y antena del Glide Slope, y su respectiva guía técnica.
4. La carencia de funcionalidad de los Módulos Didácticos de Aviación, hace que el "ITSA" no pueda brindar a sus alumnos una enseñanza teórica basada en un fundamento práctico para demostrar los fenómenos enseñados en clase.

5. El personal docente que trabaja en dicho laboratorio no tiene un conocimiento seguro del funcionamiento de los módulos, ya que no existe una guía de técnica de preparación y mantenimiento para capacitar a nuestro personal instructivo.
6. Con el funcionamiento de los Módulos Didácticos de Aviación en el laboratorio se considera que aumentaría notablemente el nivel de enseñanza-aprendizaje de los profesores hacia los alumnos.
7. El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico para cumplir sus metas de misión y visión planteadas debería brindar un apoyo incondicional a los Módulos del Laboratorio de Aviación e Instrumentación que son de gran importancia para el aprendizaje.

3.9.2 Recomendaciones

La investigación realizada en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación produjo una serie de requerimientos para aumentar el nivel tecnológico de dicho laboratorio, ya que de no ser resuelto se está perjudicando el nivel de enseñanza-aprendizaje lo que provocaría que sus alumnos salgan con conocimientos defectuosos o incompletos afectando el prestigio de la institución por tal motivo se recomendaría:

1. Es evidente que el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación necesita muy pronto solucionar sus necesidades analizadas para el desarrollo tecnológico ya que sin este su nivel de aprendizaje no avanzaría.
2. El instituto debe designar un personal capacitado para dar el mantenimiento adecuado a dicho Módulos Didácticos de Aviación ya que desde su compra nunca han sido revisados.

3. Sin algunas partes esenciales como un simulador generador de señal GLIDE SLOPE, una antena y una fuente de poder propia no se puede observar el funcionamiento de los Módulos Didácticos de Aviación por tal motivo sería recomendable que acceda a estos equipos o apoye en la investigación en proyectos de grado de los alumnos.
4. Es importante la funcionalidad de estos Módulos Didácticos de Aviación para poder brindar a los alumnos de la carrera de Electrónica una enseñanza teórica con fundamentos prácticos.
5. El personal docente que trabaja en dicho laboratorio de investigación debe ser capacitado y constar de una guía técnica de preparación y mantenimiento.
6. Para aumentar el nivel tecnológico en el Instituto se debería tomar muy en cuenta la funcionalidad de estos módulos ya que como medio de instrucción son muy buenos.
7. Las autoridades del ITSA deberían tomar serias políticas para mantener en funcionamiento los diferentes módulos didácticos en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación.

CAPÍTULO IV

FACTIBILIDAD DEL TEMA

El siguiente trabajo de investigación irá de la mano con las siguientes factibilidades: técnica, legal, operacional y económico financiero.

Del estudio de estas características se determinara si los dispositivos necesarios para la operación del Módulo Didáctico GLIDE SLOPE/MARKER BEACON son factibles para la realización del proyecto como son: una fuente de poder +12VCC y un generador de señal Glide Slope, elementos deben ir de la mano con el factor económico.

4.1 Técnica

El presente proyecto de investigación en el Módulo Didáctico GLIDE SLOPE/MARKER BEACON según la investigación realizada da como resultado que es factible su aplicación en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, puesto que se cuenta con el personal técnico de apoyo y materiales necesarios para su elaboración. Entre los equipos mencionaremos los siguientes:

Fuente de poder.- Este dispositivo debe ser capaz de brindar el voltaje y corriente necesario para poner en funcionamiento al Módulo Didáctico GLIDE SLOPE/MARKER MARKER BEACON

Generador de señal Glide Slope.- Equipo en cual nos pueda proporcionar una señal para que Módulo Didáctico GLIDE SLOPE/MARKER BEACON pueda recibir y simular su funcionamiento.

4.2 Legal

Para la realización del proyecto no se incurre en ninguna infracción de tipo legal ya que la investigación que se realiza es en forma acertada sin causar daños o perjuicios a los diferentes medios de información documental incluyendo al campo del internet.

4.3 Operacional.

Este proyecto tiene como base mejorar el nivel tecnológico del Laboratorio de Aviónica e Instrumentación brindando las mejores condiciones para que los docentes puedan impartir sus clases y los estudiantes adquieran conocimientos prácticos.

4.4 Económico financiero, análisis costo – beneficio.

4.4.1 Recurso Humano.

Contingente humano que permitió la realización del proyecto:

Director de Carrera: Ing. Pablo Pilatasig

Investigador: Cbos. Téc. Avc. Panchi Guamangallo Cristian Santiago

Asesor: Ing. Suárez Carlos

4.4.2 Recurso Material.

- ❖ Hojas
- ❖ Computadora
- ❖ Alquiler de Internet
- ❖ Impresiones
- ❖ Empastados
- ❖ Anillados
- ❖ Fotocopias
- ❖ Movilización

4.5 Recursos Económicos

| CANT. | DESCRIPCIÓN | V/UNIT. | V/ TOTAL |
|--------------|---|----------------|-----------------|
| 1 | Construcción de la fuente de poder | \$ 40,00 | \$ 40,00 |
| 3m | Cable coaxial | \$ 2,00 | \$ 6,00 |
| 2 | Conectores | \$ 2,00 | \$ 2,00 |
| 1 | Construcción del simulador generador de señal GLIDE SLOPE | \$ 400 | \$ 400 |
| 3 | Placas de Baquelita | \$ 1,40 | \$4,20 |
| 3 | Fundas de Acido | \$0,80 | \$2,40 |
| 1 | Pasta de Soldar | \$0,80 | \$0,80 |
| 1 | Cautín | \$12,50 | \$12,50 |
| 1 | Rollo de Estaño | \$4,60 | \$4,60 |
| 10 | Tornillos | \$0,20 | \$2,00 |
| 2 | Anillados | \$ 8,00 | \$ 16,00 |
| 1 | Empastados | \$15,00 | \$ 15,00 |
| 2 | Cartuchos de tinta | \$30,00 | \$ 60,00 |
| 3 | Resmas de hojas A4 | \$ 5,00 | \$ 15,00 |
| 60 | Horas de Internet | \$ 0,60 | \$ 36,00 |
| | Material de oficina | | \$ 30,00 |
| | Movilización | | \$ 25,00 |
| | Varios | | \$ 50,00 |
| | Total | | \$ 721.5 |

Tabla 2.0 Recursos Económicos

Fuente: Electrónicas de la Ciudad de Latacunga

Elaborado por: Cbos. Téc. Avc. Panchi Guamangallo Cristian Santiago

CAPÍTULO V

DENUNCIA DEL TEMA

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR GENERADOR DE SEÑAL GLIDE SLOPE Y UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN +12VCC PARA EL BANCO DIDÁCTICO DEL GLIDE SLOPE/MARKER BEACON DEL LABORATORIO DE AVIÓNICA DEL ITSA”.

CRONOGRAMA:

| 2010 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|
| TIEMPO | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Junio | | | |
| ACTIVIDADES | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Realización del anteproyecto | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | |
| Recolección de datos | | X | X | X | | | | | | | | | | | | |
| Revisión del ante proyecto | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Corrección del ante proyecto | | | | | | X | X | | | | | | | | | |
| Presentación del ante proyecto | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Aprobación | | | | | | | | | X | X | X | | | | | |
| Designación del tutor | | | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Realización del Proyecto | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X |

| 2010 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|---|---|---|--------|---|---|---|------------|---|---|---|---------|---|---|---|
| TIEMPO | Julio | | | | Agosto | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | |
| ACTIVIDADES | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Adquisición de los materiales | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | |
| Implementación del proyecto | | X | X | X | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de la parte escrita | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Obtención de los resultados | | | | | | | | | X | | | | | | | |
| Defensa oral del proyecto | | | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Entrega de ejemplares empastados | | | | | | | | | | X | X | | | | | |

Tabla 3.0 Cronograma

Fuente: Cronograma actividades XLII-R PROMOCION

Elaborado por: Cbos. Téc. Avc. Panchi Cristian

GLOSARIO:

Modulación.- Modulación de la frecuencia o amplitud de las ondas eléctricas para mejor transmisión de las señales.

VOR.- Sistema de radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia.

ADF.- ADDRESS DIRITING FINDER (Buscador Automático de Dirección)

VHF.- Very High Frecuencia (muy alta frecuencia)

Anatomía.- Análisis, examen minucioso de alguna cosa.

Acimut.- Angulo que con el meridiano forman el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o globo terráqueo.

Limitador.- Aparato que provisto de un fusible, interrumpe la corriente cuando, al ser atravesado por una corriente de mayor intensidad que la convenida, se funde dicho fusible.

Discriminador.- Separar, distinguir, diferenciar una cosa de otra.

GLIDE SLOPE.- Sistema que consta de un transmisor de UHF que proporciona la trayectoria de planeo (de descenso) de la aeronave.

BIBLIOGRAFIA:

Manual de instrucción de Radio Ayudas, Ing. Pasochoa Eduardo.

Manual de Aviónica, BRYAL KENDAL

<http://www.iua.edu.ar/fi/index.php?menu=466>

<http://www.guiaestudiantilinternacional.com/articles/aviationmaintenance.php>

<http://espanol.answers.yahoo.com/question/index?qid=20070404155619AA12bDn>

<http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/generador-senal-76694.html>

Enciclopedia: LAMBDA, Árbol de conocimientos

ANEXO A

Cuestionario de la entrevista personal a los docentes de la Carrera de Electrónica.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONAÚTICO CARRERA ELECTRÓNICA

TEMA: Módulos Didácticos de Aviación en el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación.

OBJETIVO:

- Determinar cuál es la situación actual en que se encuentra el laboratorio de Aviónica e Instrumentación del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Conocer en forma cierta cuales son la necesidades y requerimientos más notorios que presenta dicho laboratorio.

Encuesta dirigida únicamente a personal docente que labora en el laboratorio de Aviónica e Instrumentación.

DATOS INFORMATIVOS:

Lugar:.....

Fecha: 26-02-2010

Entrevistado:.....

Entrevistador:.....

Cargo que ocupa:.....

Tipo de entrevista:.....

INSTRUCCIONES:

Sr/ta solicito sirva contestar la presente encuesta con veracidad y objetividad.

1.- ¿Cuál es el nivel tecnológico que presenta actualmente el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación? ¿Porque?

2.- ¿Sabe usted cual es la procedencia y en qué fecha fueron traídos los Módulos Didácticos de los Sistemas de Aviación al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

3.- ¿Son utilizados los Módulos Didácticos de los Sistemas de Aviación como medio de enseñanza a los estudiantes de la carrera de Electrónica?

4.- ¿Los Módulos Didácticos de los Sistemas de Aviación constan de guías técnicas en la cual el docente pueda prepararse para sus diferentes cátedras dictadas?

5.- ¿Defina cual es el estado en que se encuentran estos Módulos Didácticos de Aviación?

6.- ¿Según su criterio cuales son las necesidades más requeridas para los Módulos Didácticos de Aviación?

7.- ¿Cree usted la necesidad de que estos Módulos Didácticos de Aviación cuenten con una guía técnica para su explicación de funcionamiento, porque?

8.- ¿Sabe usted si estos Módulos Didácticos han tenido un mantenimiento adecuado para su funcionalidad?

9.- ¿Piensa usted que es importante que los conocimientos teóricos sean complementados con la práctica? ¿Por qué?

10.- ¿En qué porcentaje de (0-100) % cree usted que aumentara el nivel de enseñanza-aprendizaje de los docentes hacia los alumnos con la funcionalidad de los Módulos Didácticos de Aviación? _____

¿Explique porque?:

ANEXO B

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA: ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.

OBSERVACIÓN A LAS NECESIDADES DEL LABORATORIO DE AVIÓNICA E INSTRUMENTACIÓN.

DATOS INFORMATIVOS:

- **Lugar:** Ciudad de Latacunga
- **Fecha:** 25-02-10
- **Observador:** Cbos. Panchi Cristian.

OBJETIVO:

- Observar los diferentes instrumentos, materiales, Módulos Didácticos de Aviación, material didáctico existente en el Laboratorio de Instrumentación y Aviónica.
- Determinar las posibles necesidades y Aviónica para su correcto mantenimiento.
- Analizar las posibles causas por la que equipos defectuosos han dejado de funcionar en dicho laboratorio.

OBSERVACIONES:

- En el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación existen módulos didácticos de aviación, instrumentos de aviación y material didáctico de aviación.

- Los Módulos Didácticos de Aviación que no han recibido un mantenimiento adecuado desde su compra.
- Algunos Módulos Didácticos de Aviónica como el VOR/LOC y Glide Slope/Marker Beacon no se los puede comprobar su funcionalidad por la falta de equipos de prueba o simuladores de frecuencia.
- Es necesario la implementación de equipos simuladores de frecuencia para poner en funcionamiento dichos módulos que ayuden al trabajo práctico del laboratorio.
- Los Módulos Didácticos de Aviación no constan de una fuente de alimentación propia para su funcionamiento.

ANEXO C

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA: ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.

OBSERVACIÓN A LAS NECESIDADES DEL LABORATORIO DE AVIÓNICA E INSTRUMENTACIÓN.

DATOS INFORMATIVOS:

- **Lugar:** Ciudad de Latacunga
- **Fecha:** 30-02-10
- **Observador:** Cbos. Panchi Cristian.

OBJETIVO:

- Determinar cual es la necesidad específica que tienen los Módulos Didácticos de Aviación para que se los pueda poner en operación y comprobar su funcionalidad en base a la teoría.
- Analizar si dichos requerimientos está acorde a nuestra factibilidad como alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Conocer si los materiales e instrumentos que necesitemos en el desarrollo del proyecto serán de nuestra factibilidad.

OBSERVACIONES:

- Los Módulos didácticos de Aviación desde su compra no fueron adquiridos con todos los equipos y materiales necesarios para su funcionamiento como son: guía o manual técnico de operación y mantenimiento, fuente de alimentación, simuladores de frecuencia para cada módulo y su respectiva antena.

- Con la tecnología existente en la actualidad de circuitos integrados y memorias de programación se ha determinado que si es factible la creación de un simulador de frecuencia para el Módulo Didáctico Glide Slope/Marker Beacon
- El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico brindara la mejor predisposición existente en materiales e instrumentos que se requieran para la elaboración de dicho proyecto tecnológico.
- Se ha conseguido una idea clara y detallada del proyecto de tesis a desarrollar el cual es expuesto en la declaración del tema.

ANEXO D

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

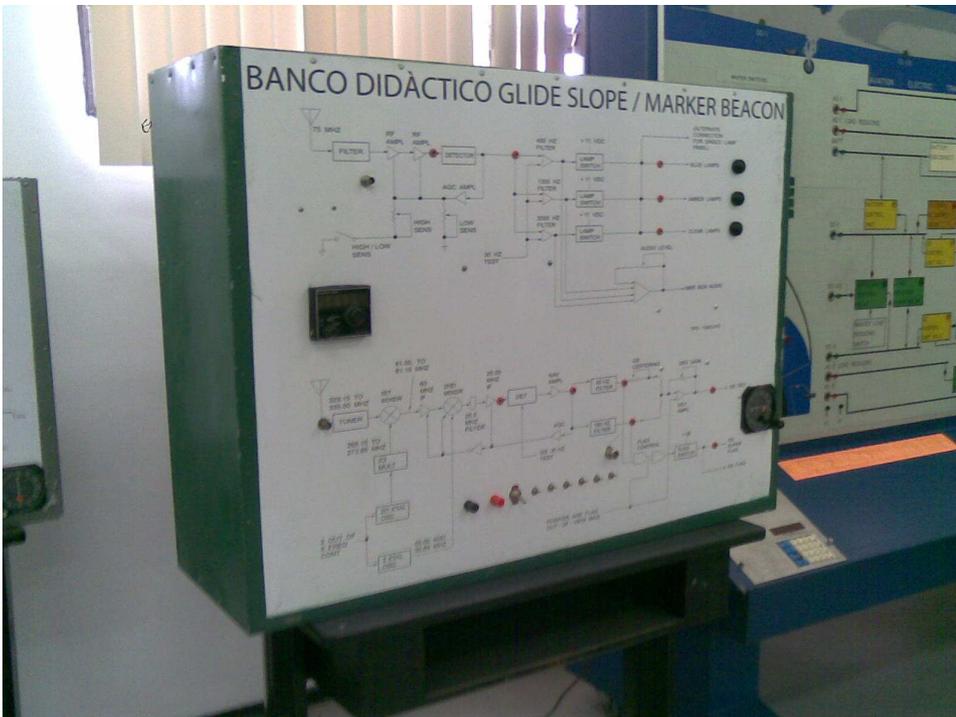
CARRERA: ELECTRÓNICA MENCION INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.

Laboratorio de Aviónica e Instrumentación.





Módulo Didáctico GLIDE SLOPE/MARKER BEACOM



ANEXO “B”

MANUAL DEL USUARIO

Para el manejo del Módulo Didáctico de Aviación Glide Slope se debe seguir los siguientes pasos de una forma muy estricta y con un conocimiento bien claro de lo que se quiere realizar ya que de lo contrario se puede ocasionar daños tanto en los equipos de la generación de la señal glide slope como en el Módulo Didáctico. A continuación se detalla los pasos a seguir para operar el Sistema Glide Slope.

1 Módulo Didáctico Glide Slope

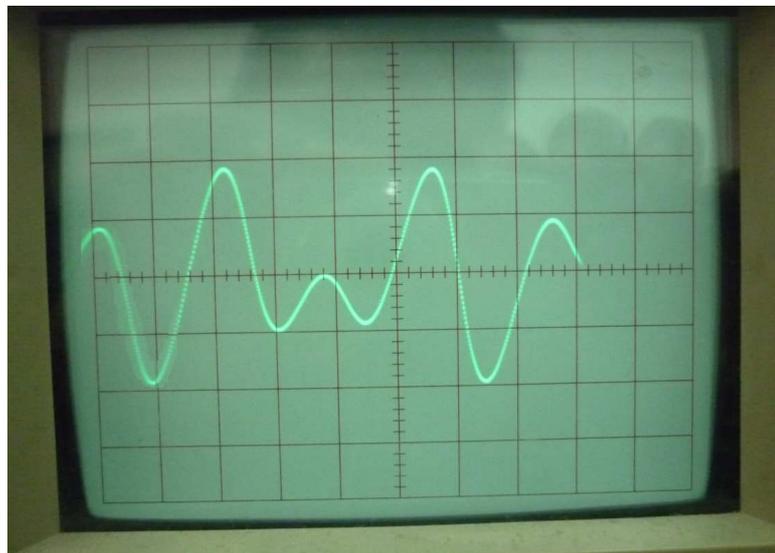
1. Verificar que el interruptor de alimentación del Módulo Didáctico se encuentre inicialmente apagado y los interruptores I1, I2, I3, I4 se encuentren hacia arriba antes de realizar cualquier conexión.
2. Realizar la conexión del cable de alimentación de 115VAC a una fuente de alimentación alterna que proporcione dicho voltaje, tomando en cuenta que sea el correcto ya se puede conectar a una fuente de 220VAC.
3. En base a la tabla 2.1 elegir una frecuencia de Localizador que se desee trabajar en la práctica y colocarlo en el Control VHF 313-4D a través de sus perrillas.
4. Encender el Switch de alimentación, posición ON GS y verificar con un voltímetro que exista voltaje de +12VCC en los puntos de prueba que se indica en el Módulo Didáctico (entre los dos plugs negro y rojo).
5. Una vez verificado el voltaje de +12VCC procedemos a apagar el Módulo Didáctico hasta realizar los pasos en la Generación de la Señal Glide Slope.

2 Generación de la Señal Glide Slope

6. Primeramente verificamos que el computador en donde se va a manejar el programa este correctamente instalado el programa LabVIEW 8.6 y la

tarjeta DAQ NI PCI-6014, y tenga el cable de conexión de la tarjeta al módulo SC-2075 de donde se conecta la señal.

7. Una vez encendido el computador abrimos el LabVIEW 8.6 junto con nuestro programa que contiene la Generación de la Señal CSB con la simulación del Sistema Glide Slope.
8. Verificamos que no exista ningún cambio en la programación tanto en el Panel frontal como el Diagrama de bloques, observar que los parámetros de muestreo de información sean los siguientes: $f_s=16,00K$ y $\#s=4000$ y correr el programa mirando que no indique ningún mensaje de error.
9. A continuación conectamos el cable entre la tarjeta DAQ NI PCI-6014 y el módulo SC-2075 para extraer la señal CSB al exterior.
10. A través de un cable coaxial conectar del canal CH0 del Módulo SC-2075 a una entrada del Osciloscopio para verificar que la señal de salida CSB sea idéntica a la señal que nos muestre en el computador.
11. Observar que al manipular los DDM de la señal CSB en el Programa de LabVIEW 8,6 también debe variar la señal de lectura en el osciloscopio, como se indica en la fotografía 1.1



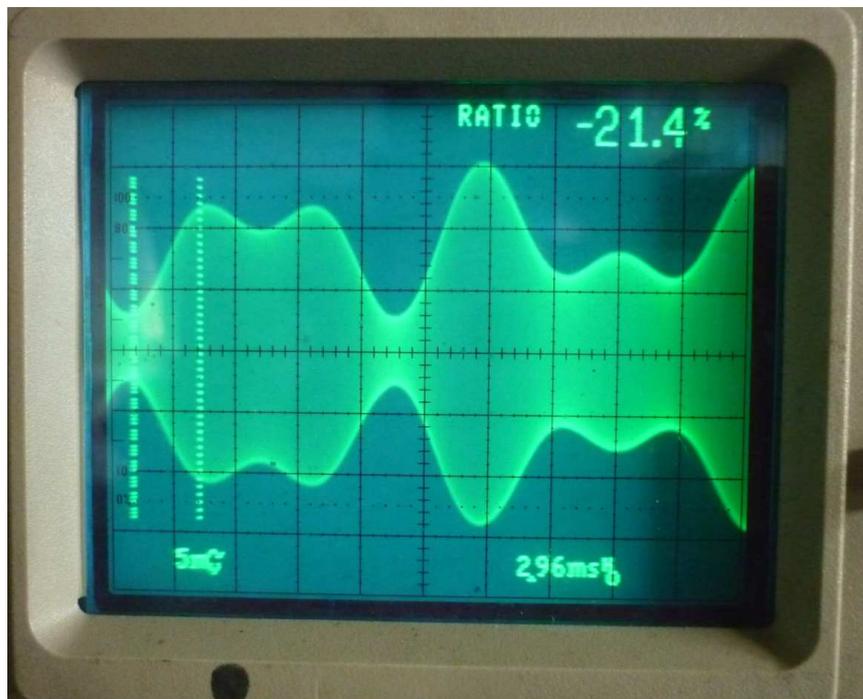
Fotografía 1.1 Señal CSB a la salida de la tarjeta DAQ

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

3 Modulación de la Señal CSB

12. Alimentar el Generador de Señal Sintetizada a una fuente de corriente alterna de 115VAC y observar que se encienda correctamente.
13. Verificar que el Generador tenga los parámetros de modulación descritos en el punto 3.3.4 como son: tipo de modulación (AM), amplitud (7mA a 25mA recomendable) y frecuencia (verificar que sea la frecuencia Apareada G/S de la frecuencia del Localizador colocada en el punto 3)
14. Conectar un cable coaxial entre la salida del módulo SC-2075 y la entrada del Generador de Señal Sintetizado, para que realice la modulación en AM.
15. Una vez modulada la señal CSB en el Generador a través de un osciloscopio observar que sea la señal Glide Slope tal como la estudiamos en la teoría, de ser así observaremos una señal como se observa en la fotografía 1.2



Fotografía 1.2 Señal Glide Slope a la salida del Generador de Señal Sintezado

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

16. Manipular los DDM de la señal Glide Slope por medio del programa del LabVIEW 8.6, observando los cambios en la señal y verificando que sea la correcta para introducir en el Banco Didáctico Glide Slope
17. A través de un cable coaxial conectar de la salida del Generador a la entrada del Módulo Didáctico Glide Slope, tal como indica en el diagrama del Módulo Didáctico.
18. Encender el Módulo Didáctico y observar que la banderola del NAV primeramente este fuera de la vista, como muestra que esta recibiendo señal Glide Slope y esta trabajando la tarjeta G/S.
19. En la siguiente fotografía 1.3 indica el control desde el programa del LabVIEW 8.6 a través de la simulación del aterrizaje de una aeronave el desplazamiento de la barra del indicador dependiente de la posición de la aeronave, la respuesta es idéntica tanto en la simulación como en el IND-350 del Módulo Didáctico.



Fotografía 1.3 Control desde el programa del LabVIEW al Módulo Didáctico

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA.

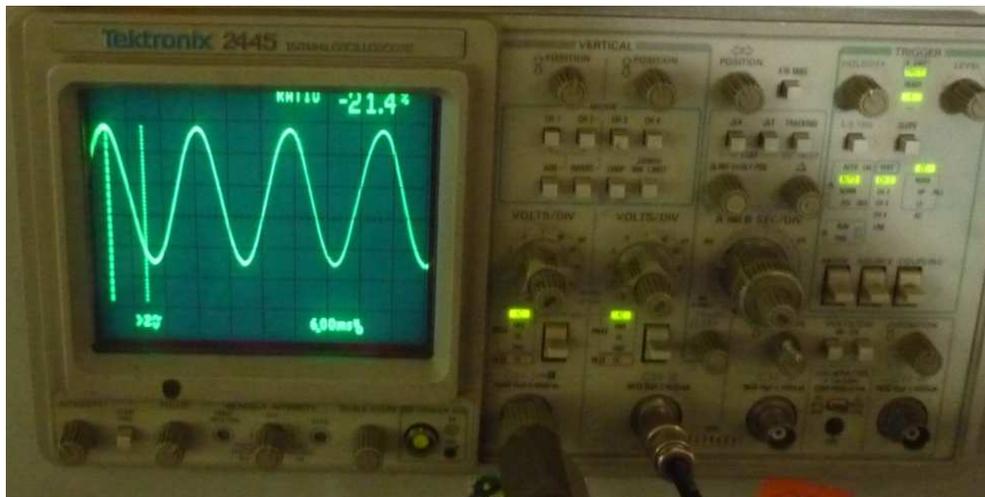
Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

4 Funcionamiento del Banco Didáctico Glide Slope

En el Banco Didáctico se ha colocado puntos de prueba en el Diagrama del circuito Glide Slope para que el docente a medida que va explicando el proceso que realiza la tarjeta G/S también pueda ir verificando la señal que existe en cada punto.

➤ 1er punto de prueba (salida de IF de 25.5 Mhz)

Operando el Módulo Didáctico, a través de un osciloscopio conectamos su punta de medición con respecto a tierra en este punto de prueba y observamos la siguiente señal en el osciloscopio, como se indica en la fotografía 1.4.



Fotografía 1.4 Señal en el 1^{er} punto de prueba

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Los parámetros en la señal que se observaron son: Amplitud = 8.4 V y

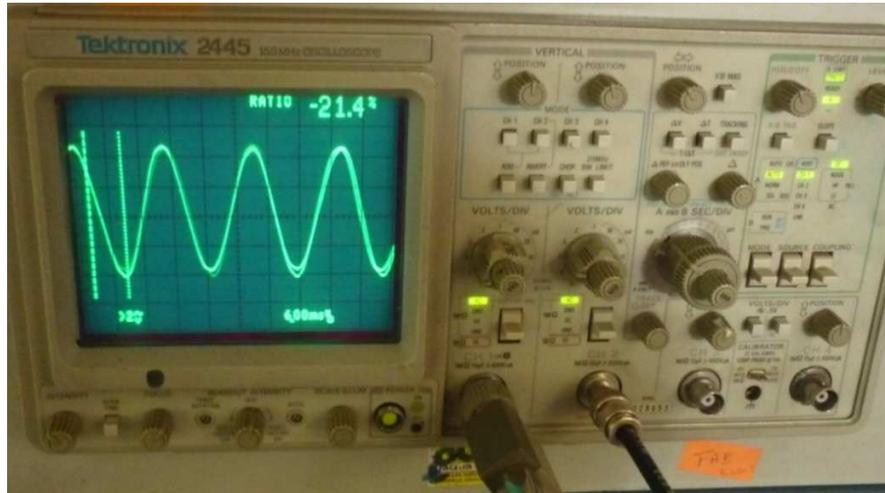
Frecuencia = 178,5714 Hz

➤ 2do punto de prueba (salida de NAV AMPLI)

En este punto se observa una señal parecida a la anterior, con los mismos parámetros indicados.

➤ **3er y 4to punto de prueba (salida de los Filtros de 90 y 150 Hz)**

En estos puntos a través del osciloscopio se observa una señal parecida a la que se indica en la fotografía 1.5, que son dos señales superpuestas.



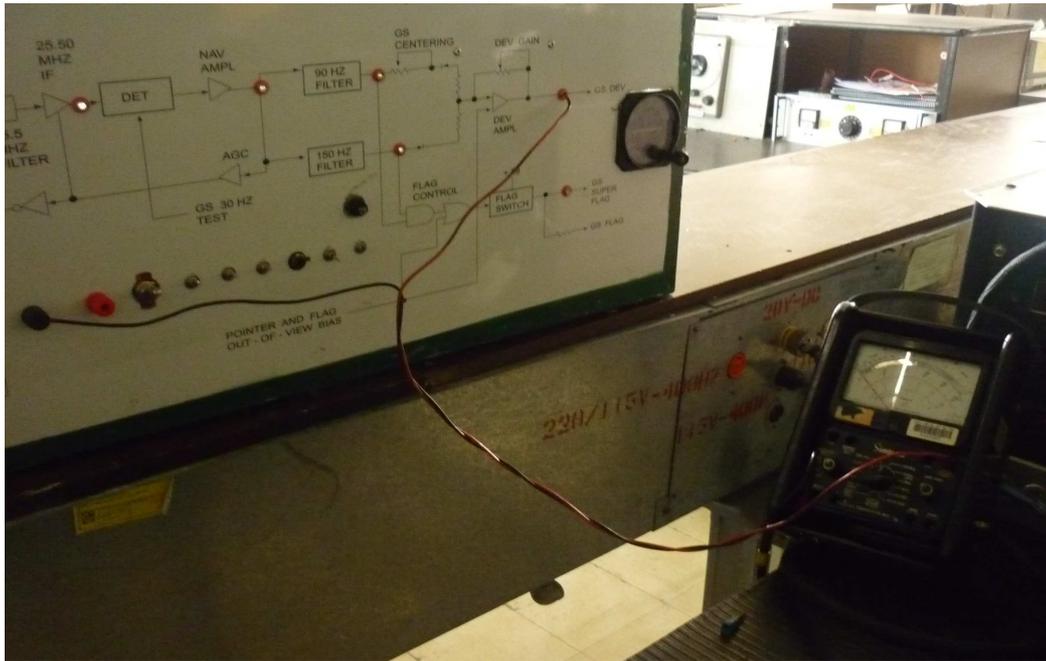
Fotografía 1.5 Señal en el 3er y 4to punto de prueba.

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

➤ **5to punto de prueba (GS DEV)**

Para tener acceso a este punto de prueba se debe activar el interruptor SELECT, ya que este interruptor corta el cable de conexión entre la salida de la tarjeta G/S con la entrada del IND-350, por lo que en este punto de prueba se va medir μA utilizaremos un Amperímetro análogo para observar la desviación de la aguja a medida que vamos aumentando los DDM hacia los 90 o 150 Hz, cabe recalcar que los grados entre la última línea de arriba y la de abajo hacia el centro del IND-350 es de $0,7^\circ$; por lo que cada línea del IND-350 representaría a $0,14^\circ$ de desviación, la siguiente fotografía 1.6 muestra la conexión del amperímetro con el Módulo Didáctico.



Fotografía 1.6 Medición de corriente en el 5to punto de prueba.

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

En la siguiente tabla 1.1 se indica los resultados de tres mediciones en mA para tres porcentajes de DDM con sus correspondientes grados de desviación, tomados como referencia de funcionamiento.

Tabla 1.1: Tabla de valores con porcentajes de DDM

| Desviación | % de DDM | Medición | Grados de Desviación |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| 150 Hz | 0.00 DDM | 0.38 mA. | 0° |
| | 0.045 DDM | -10.55 mA. | 0.21° |
| | 0.091 DDM | -22.15 mA. | 0.35° |
| 90 Hz | 0.045 DDM | 18.45 mA. | 0.21° |
| | 0.091 DDM | 27.23 mA. | 0.42° |

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

5 Desviación del Porcentaje DDM en el Indicador IND-350.

- ❖ **En 0.00% DDM.-** En la siguiente fotografía 1.7 se observa el indicador encendido ya que no existe porcentaje de desviación de los DDM y su desviación es de 0° .



Fotografía 1.7 Indicador encendido con 0.00% DDM.

Fuente: Laboratorio Digitales del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

- ❖ **En 0.045% DDM hacia 150 Hz.-** En la siguiente fotografía 1.8 se observa el indicador desplazado una raya y media hacia arriba, que equivale a 0.21° de desviación hacia los 150Hz.



Fotografía 1.8 Indicador con 0.045% DDM hacia 150 Hz

Fuente: Laboratorio Digitales Del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

- ❖ **En 0.091% DDM hacia 150 Hz.-** En la siguiente fotografía 1.9 se observa el indicador desplazado una raya y media hacia arriba, que equivale a 0.35° de desviación hacia los 150 Hz.



Fotografía 1.9 Indicador con 0.091% DDM hacia 150 Hz

Fuente: Laboratorio Digitales Del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

- ❖ **En 0.045% DDM hacia 90 Hz.-** En la siguiente fotografía 1.10 se observa el indicador desplazado una raya y media hacia abajo, que equivale a 0.21° de desviación hacia los 90 Hz.



Fotografía 1.10 Indicador con 0.045% DDM hacia 90 Hz.

Fuente: Laboratorio Digitales Del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

- ❖ **En 0.091% DDM hacia 90 Hz.-** En la siguiente fotografía 1.11 se observa el indicador desplazado tres rayas hacia abajo, que equivalente a 0.42° de desviación hacia los 90 Hz.



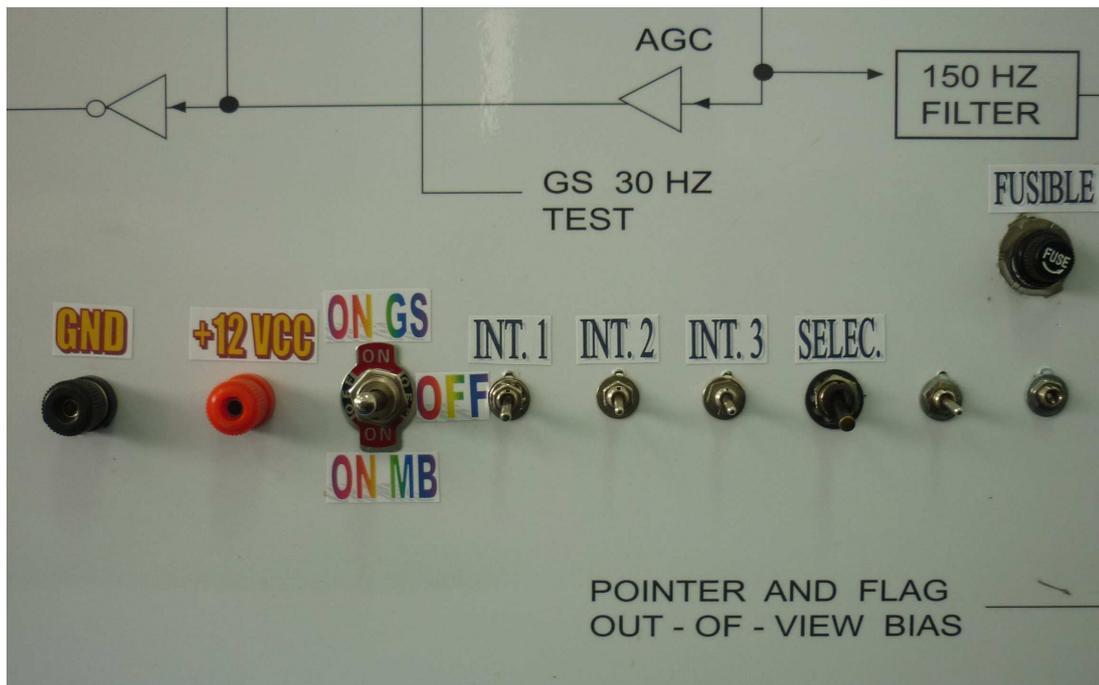
Fotografía 1.11 Indicador con 0.091% DDM hacia 90 Hz.

Fuente: Laboratorio Digitales Del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

6 Interruptores de falla

En el Banco Didáctico se ha colocado interruptores los cuales van suspender cualquier etapa de trabajo del Módulo Didáctico para que el docente una vez explicado su funcionamiento con la activación de uno de estos interruptores cree una falla en su funcionamiento, para que el alumno mediante su analisis pueda descubrir la falla producida, a continuación se indica en la fotografía 1.12 la distribución de los interruptores en el Banco Didáctico y la falla que produce cada uno.



Fotografía 1.12 Distribución de los interruptores de falla en el Módulo Didáctico

Fuente: Laboratorio Digitales Del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

Interruptor 1.

El 1er interruptor corresponde a la unión entre el pin (Frec. Comun) del Control VHF a (GND) tierra, al activar este interruptor cortara la conexión y no permitira que trabaje el dos-fuera-de-cinco porque el pin Frec. Comun es el pin que manda la galleta de interruptores a GND, por lo que no existira código 2-fuera-de-5 a la entrada de la tarjeta G/S para que trabaje con la frecuencia del Generador Glide Slope seleccionado.

Resultado: Activado el INT 1 la tarjeta G/S no recibe el código 2-fuera-de-5 por lo que no puede reconocer ninguna frecuencia de entrada del Generador Glide Slope, por lo tanto no va a trabajar la tarjeta G/S dando como resultado en el Indicador IND-350 ninguna deflacción de la barra y la banderola NAV estará a la vista como signo que no hay señal de entrada.

Interrupción 2

Este interruptor corresponde a la conexión entre la alimentación de +28 VCC de la fuente de poder con el pin de +28VCC a la entrada de la tarjeta G/S, este voltaje requiere la tarjeta G/S para que funcione la etapa FLAG SWITCH que es el que proporciona la corriente para que funcione el motor interno de la banderola NAV del IND-350.

Resultado: Al activar este INT 2 se cortara la alimentación de los +28VCC a la tarjeta G/S que es voltaje que activa y desactiva la etapa de FLAG SWITCH y por ende la corriente al motor de la banderola NAV dando como resultado que la banderola siempre este a la vista, pero la operación del Módulo Didáctico es el correcto ya que la barra de desviación del IND-350 debe estar operando según la señal Glide Slope de entrada.

Interrupción 3

Este interruptor permite el paso entre el voltaje de +12VCC y el pin 15 de entrada a la tarjeta G/S, el pin 15 determina si la tarjeta trabaja en modo VOR o ILS, cuando se alimenta con +12VCC trabaja en modo ILS y con - 12VCC trabaja en modo VOR en este caso alimentamos con +12VCC y al cortar este voltaje la tarjeta G/S deja de operar.

Resultado: Al activar este interruptor la tarjeta G/S va a dejar de trabajar por lo que no va a generar ninguna respuesta en el Indicador IND-350, su barra de desviación estará inmóvil y la banderola a la vista.

ANEXO “C”

MANUAL DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento que se recomienda al personal que labore en el Laboratorio de Aviónica para el Módulo Didáctico de Aviación Glide Slope son los siguientes:

Ya que es un gran equipo de enseñanza-aprendizaje por lo que su funcionalidad debe ser de un largo tiempo.

- Alimentar el Módulo Didáctico de ser necesario por lo menos una vez al mes y medir el voltaje +12VCC en los puntos de prueba del Módulo Didáctico.
- Cada 2 meses o de ser necesario chequear la continuidad del fusible con un óhmetro, ya que estos se pueden quemar facilmente.
- Verificar cada dos meses el estado de operación de los interruptores comprobando su continuidad por medio de un óhmetro ya que como son mecánicos se pueden dañar pero son facil de remplazarlos y no son caros en el mercado libre.
- Cada seis meses con un desarmador destornillar los tornillos y quitar la tapa detrás del Módulo Didáctico y con la ayuda de una brocha pequeña y un guaype limpiar el polvo existente en los equipos internos teniendo mucho cuidado de no cortar o dañar los cables y circuitos implementados.
- Cada seis meses realizar el mantenimiento de la fuente de poder verificando con un voltímetro su voltaje de alimentación y voltajes de salida, además realizar la limpieza del ventilador para que opere correctamente en el futuro.
- De existir algun daño interno verifique las conexiones entre los equipos y las alimentaciones a los equipos tal como se indica en el capítulo III.
- En caso de algun daño que no se pueda reparar evite desarmar el Módulo Didáctico a menos de contar con un personal calificado que trabaje con las órdenes técnicas de cada uno de los elementos del Sistema Glide Slope.

ANEXO “D”

MANUAL DE POSIBLES FALLAS Y SOLUCIONES

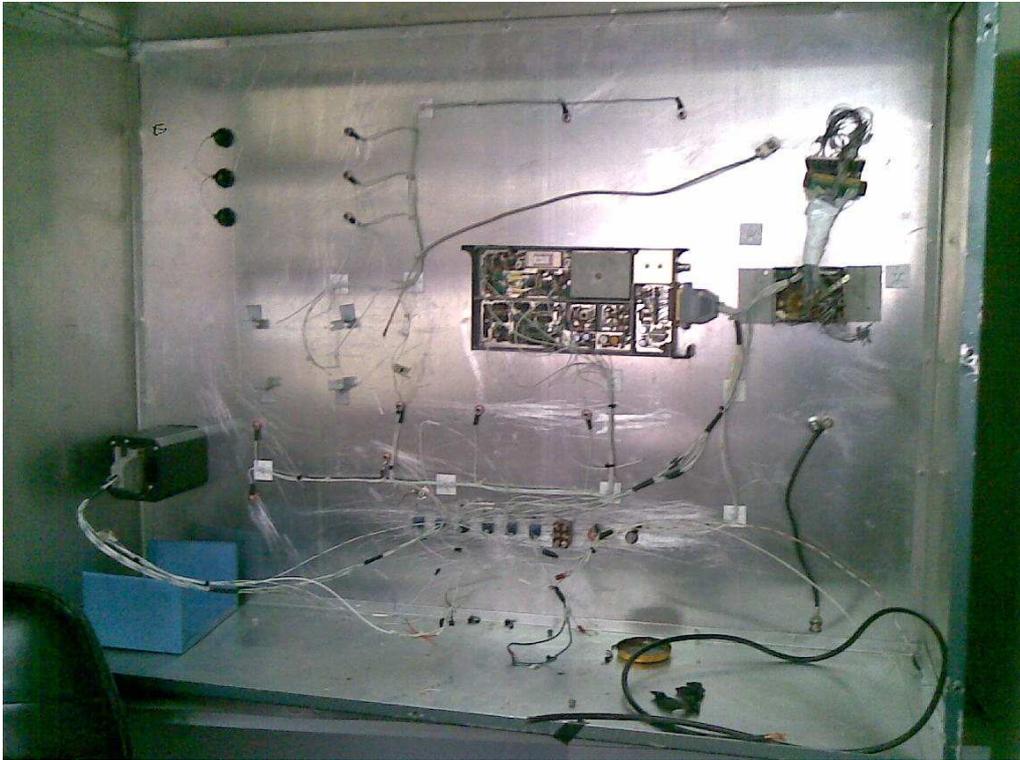
Tabla 1.2: Manual de posibles fallas y soluciones.

| Síntoma | Posible falla | Solución |
|--|---|--|
| No existe voltaje +12VCC en los puntos de prueba | -El fusible de 2A quemado -Cable de alimentación deteriorado | -Cambie el fusible de 2A en el portafusible. -Revisar que exista continuidad en el cable, de no haber cambiarlo. |
| No hay respuesta en el indicador IND-350 una vez instalado todos los equipos | -Cable coaxial dañado en la conexión entre los equipos. -La frec. del Control VHF no es la apareada con la Frec. del Generador de Señal. | -Revisar que exista continuidad entre sus terminales y de no haber cambiar de cable. -Verificar que sea la frecuencia apareada y de no ser cambiar por la correcta. |
| Funciona correctamente el Módulo pero esta a la vista la banderola NAV. | -Puede estar activado el 2 ^{do} interruptor que bloquea el voltaje de +28VCC. | -Verificar que el 2 ^{do} interruptor no este activado y de estar desactivarlo. |
| La entrada de Señal Glide Slope no hace trabajar el Módulo Didáctico. | -Los parámetros de modulación en el Generador de Señal no son los correctos. | -Colocar los parámetros correctos de modulación, amplitud y frecuencia indicados anteriormente. |
| No existe señal de salida CSB en el Módulo SC-2075. | -Cable de conexión no este bien sujeto entre la tarjeta DAQ y al Módulo SC-2075. -Pueda que se este cogiendo otro puerto de salida del módulo SC-2075 que el configurado en el programa. | -Ajustar bien en cable que une a los dos equipos. -Cambiar de puerto de salida al correcto seleccionado en la programación. |

Fuente: Laboratorio Digitales Del ITSA.

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

ANEXO "E"

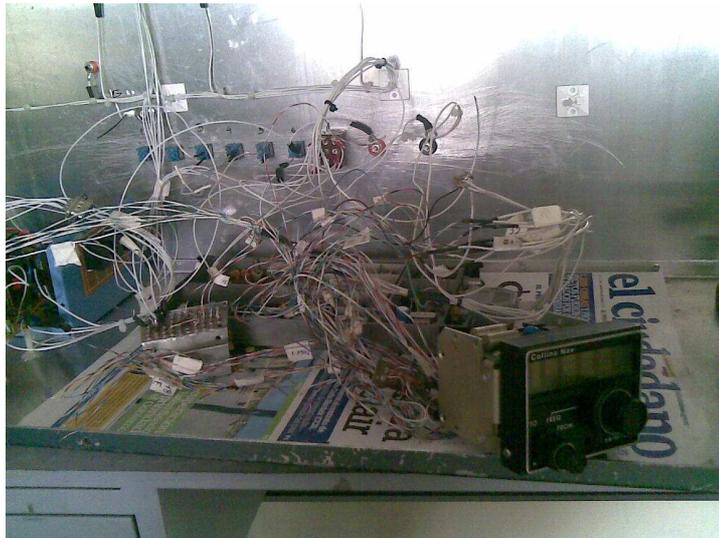


Desmontaje del Banco Didactico Glide Slope/Marker Beacom

Fuente: Laboratorio de Electrónica Ala de Transporte N^o 11

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian.

ANEXO "F"

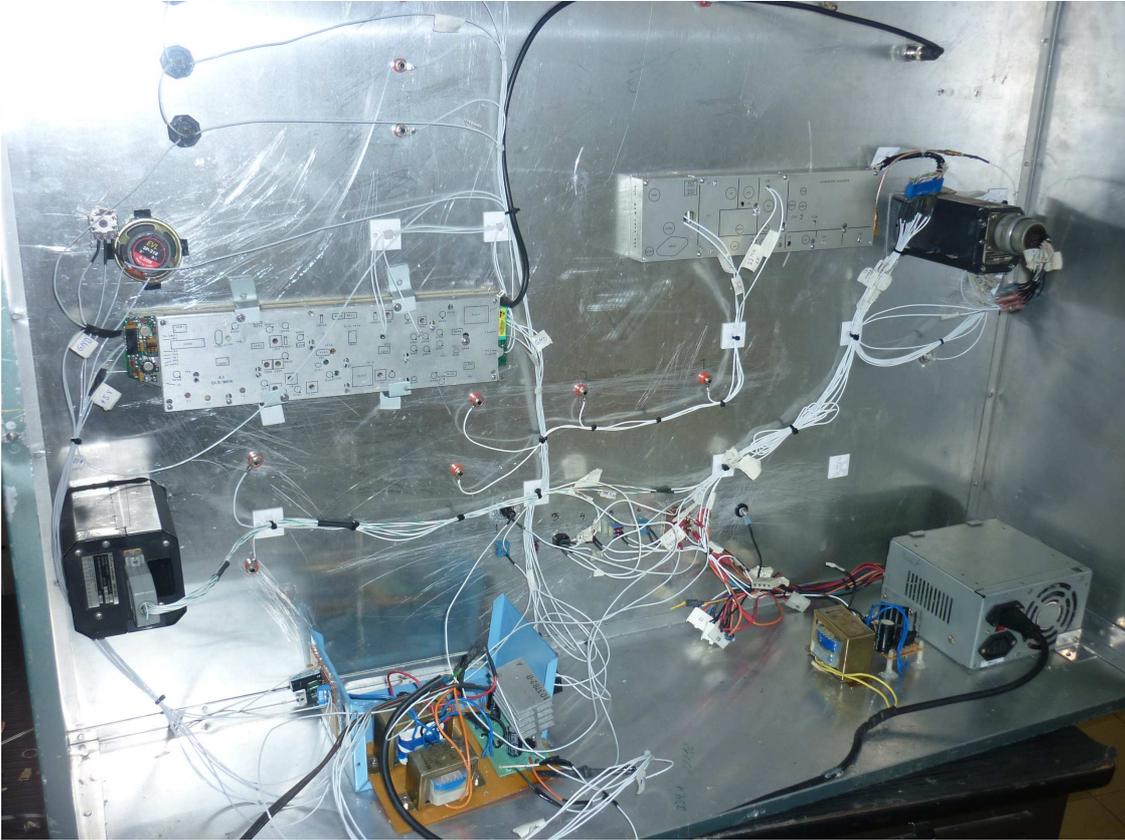


Tarjeta Glide Slope del VIR-350 y Control de Frecuencia que fueron reemplazados

Fuente: Laboratorio de Electrónica Ala de Transporte N° 11

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

ANEXO "G"



Montaje y conexión de los equipos que conforman el Banco Didáctico Glide Slope/Marker Beacom

Fuente: Laboratorio de Electrónica Ala de Transporte N° 11

Elaborado por: Cbos. Panchi Cristian

ANEXO “H”

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA: ELECTRÓNICA

INFORME DE ACEPTACIÓN DE USUARIO DESPUÉS DE LA “IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR GENERADOR DE SEÑAL GLIDE SLOPE Y UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN +12VCC PARA EL BANCO DIDÁCTICO DEL GLIDE SLOPE/MARKER BEACOM DEL LABORATORIO DE AVIÓNICA DEL ITSA”.

Objetivo: Instruir a los alumnos del ITSA el funcionamiento del Banco Didactico de Aviación para que obtengan conocimiento del sistema GlideSlope y operarlo en forma real y práctica.

Yo, Ing. Suarez Carlos, Docente de Electrónica después de haber comprobado el correcto funcionamiento del Módulo Didáctico en el laboratorio de Avionica e Instrumentación estoy absolutamente de acuerdo con el trabajo realizado por el Sr. Cbos. Panchi Cristian cuyo tema es: **“IMPLEMENTACION DE UN SIMULADOR GENERADOR DE SEÑAL GLIDE SLOPE Y UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN +12VCC PARA EL BANCO DIDÁCTICO DEL GLIDE SLOPE/MARKER BEACOM DEL LABORATORIO DE AVIÓNICA DEL ITSA”.**

Atentamente:

Ing. Suárez Carlos
DOCENTE DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

Nombres : Cristian Santiago
Apellidos : Panchi Guamangallo
Lugar de Nacimiento : Latacunga
Fecha de Nacimiento : 14 de Marzo de 1988
Cédula de Ciudadanía : 0503207979



ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria : Esc. Fiscal Doctor Isidro Ayora
Secundaria : Unidad Educativa Hermano Miguel
Superior : Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA)

TÍTULOS OBTENIDOS

- Bachiller, Especialidad "Electronica"
- Suficiencia en el Idioma Inglés - "Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico"

CURSOS REALIZADOS

- Curso de Militarización Básica "Escuela Técnica de la Fuerza Aérea"
- Curso técnico profesional de Electrónica COM/NAV "Escuela Técnica de la Fuerza Aérea"
- Curso Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional del programa LABVIEW BASICO 7.0.
- Curso EqSoft del Ecuador en Programación Integral en Redes de Información y Administración de Sistemas Operativos.
- Visita Profesional a la Fuerza Aérea del Perú, Escuela de Suboficiales "Manuel Polo Jiménez".

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

Del contenido de la presente investigación se responsabiliza el autor

CBOS. TÉC. AVC. CRISTIAN SANTIAGO PANCHI GUAMANGALLO

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

Ing. PILATASIG PABLO.

Latacunga, 12 de Octubre del 2010.

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, CRISTIAN SANTIAGO PANCHI GUAMANGALLO, Egresado de la carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica, en el año 2010, con Cédula de Ciudadanía N° 0503207979, autor del Trabajo de Graduación **IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR GENERADOR DE SEÑAL GLIDE SLOPE Y UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN +12VCC PARA EL BANCO DIDÁCTICO DEL GLIDE SLOPE/MARKER BEACOM DEL LABORATORIO DE AVIÓNICA DEL ITSA**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

CRISTIAN SANTIAGO PANCHI GUAMANGALLO
CBOS. TÉC. AVC.