



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DEL
SISTEMA DE DISPARO DE LOS LANZA ROCKETS DE 70MM
DE LOS HELICÓPTEROS DE COMBATE DE LA BRIGADA DE
AVIACIÓN DEL EJÉRCITO N°15 PAQUISHA”

AUTOR: CHIPANTIZA SALÁN HÉCTOR HUGO

Trabajo de Graduación para la obtención del título de:

TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

LATACUNGA, FEBRERO 2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

CERTIFICACIÓN:

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el SR. **CBOS. DE A.E. CHIPANTIZA SALÁN HÉCTOR HUGO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.

Latacunga, Febrero 2015

Tlga. Maritza Nauñay
Director del Trabajo de Graduación

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD:

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE DISPARO DE LOS LANZA ROCKETS DE 70MM DE LOS HELICÓPTEROS DE COMBATE DE LA BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO N°15 PAQUISHA” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Febrero 2015

Chipantiza Salán Héctor Hugo

C.I: 180353635-6

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN:

Yo, Héctor Hugo Chipantiza Salán

Autorizo a la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE DISPARO DE LOS LANZA ROCKETS DE 70MM DE LOS HELICÓPTEROS DE COMBATE DE LA BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO N°15 PAQUISHA”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Febrero 2015

Chipantiza Salán Héctor Hugo

C.I: 180353635-6

DEDICATORIA

A Dios.

Quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis Padres.

Por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por proveerme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis Hermanos.

Por estar siempre presentes, acompañándome siempre para poderme realizar.

Héctor Hugo Chipantiza Salán

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme las fuerzas necesarias para superar todo obstáculo presentado a lo largo de mi vida.

A mi madre, que con su demostración de una mujer ejemplar supo educarme y formarme. Gracias a ello y a sus sabios consejos he podido lograr muchas metas en mi vida.

Al glorioso Ejército Ecuatoriano en particular al arma de Aviación del Ejército, por haberme brindado la oportunidad de pertenecer a sus filas y ser parte de los hombres que trabajan incasablemente en beneficio de nuestra sociedad.

A la Unidad de Gestión de Tecnologías (ESPE), donde adquirí todo el conocimiento y enseñanzas que lo pondré en práctica en mi vida profesional. De igual manera, quisiera dar las gracias a mis profesores quienes durante toda mi vida estudiantil supieron aportar incansablemente con mi formación, por sus sabios consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

Héctor Hugo Chipantiza Salán

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Certificación:	ii
Declaración de responsabilidad:	iii
Autorización de publicación:	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas.....	xii
Índice de figuras.....	xiii
Resumen.....	xv
Summary.....	xvi

CAPÍTULO I

TEMA

1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del Problema	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Alcance	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción.....	5
2.2. Helicóptero Gazelle SA-342L.....	7
2.2.1. Descripción	7
2.2.2. Características generales	8

2.2.3. Características Técnicas.....	9
2.3. Conjuntos Dinámicos	9
2.4. Sistema de Combustible	10
2.5. Sistema Hidráulico	10
2.5.1. Generalidades.....	11
2.6. Sistema Eléctrico	11
2.6.1. Circuito de Generación de Corriente Continua	12
2.6.1.1. Batería Níquel Cadmio	12
2.6.1.2. Generador Arrancador.....	13
2.6.1.3. Toma de Alimentación Externa.....	14
2.6.2. Circuito de Generación de Corriente Alterna	15
2.6.2.1. Alternador	15
2.7. Sistema de Cohetes de 70mm	16
2.7.1. Caja de Control de Armamento.....	16
2.7.2. Bastón Cíclico (Disparador)	17
2.7.3. Pulso de Disparo.....	18
2.7.4. Lanzador de Cohetes.....	18
2.7.4.1. Descripción.....	19
2.7.4.2. Estructura Principal.....	19
2.7.4.3. Brida Delantera.....	20
2.7.4.4. Tubos.....	20
2.7.4.5. Arnés	20
2.7.4.6. Intervalómetro.....	21
2.8. Herramientas utilizadas en la construcción del módulo didáctico	21
2.8.1. Herramienta	21
2.8.2. Flexómetro	22

2.8.3.	Remachadora de mano	22
2.8.4.	Alicate	23
2.8.5.	Multímetro digital.....	23
2.8.6.	Cautín	24
2.8.7.	Pistola de calor	24
2.8.8.	Extractor de pines.....	25
2.9.	Materiales utilizados en la construcción del módulo didáctico	25
2.9.1.	Aluminio	25
2.9.2.	MDF	26
2.9.2.1.	Tipos de MDF	26
2.9.3.	Pasta de soldar	27
2.9.4.	Estaño.....	28
2.9.5.	Fusibles y porta fusibles	28
2.9.6.	Conector eléctrico P471 (D38999/20WE32PN)	29
2.9.7.	Conductor eléctrico.....	29
2.9.8.	Interruptor eléctrico.....	30
2.9.9.	Pulsador.....	30
2.10.	Materiales utilizados para la construcción del soporte del módulo didáctico	31
2.10.1.	Tubos estructurales de aluminio.....	31
2.10.2.	Ruedas	32

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1.	Preliminares	33
3.1.1.	Estudio de factibilidad.....	33
3.1.1.1.	Factor Técnico.....	33

3.1.1.2.	Factor Económico.....	34
3.1.1.3.	Factor operacional.....	34
3.1.2.	Material.....	34
3.2.	Aspecto Económico	34
3.3.	Construcción de un módulo didáctico del sistema de disparo de los lanza rockets de 70 mm de los helicópteros de combate de la brigada de aviación del ejército N°15 “Paquisha”.....	34
3.3.1.	Descripción del módulo didáctico.....	34
3.3.2.	Orden a seguir para la construcción del módulo didáctico.....	35
3.3.3.	Codificación de Máquinas y Herramientas.....	35
3.3.4.	Diagrama de proceso.....	36
3.3.5.	Simbología.....	36
3.3.6.	Diagrama de proceso de construcción del soporte para los componentes del módulo.	37
3.3.7.	Diagrama de proceso de construcción del panel de control del módulo.....	38
3.3.8.	Diagrama del proceso de ensamblaje del arnés de conexión eléctrica.....	39
3.3.9.	Diagrama de ensamblaje final del módulo	40
3.4.	Construcción del soporte del módulo.....	40
3.5.	Construcción del panel de control.....	41
3.5.1.	Trazado de las medidas en la plancha de MDF.....	42
3.5.2.	Medidas del panel de control.....	42
3.5.3.	Trazado de los orificios para los componentes del módulo	42
3.5.4.	Perforado de los orificios de los componentes	43
3.5.5.	Montaje de los componentes del módulo didáctico.....	43

3.5.6.	Instrumentos de navegación (T- Básica)	44
3.5.7.	Colocar sticker de identificación de los componentes	45
3.6.	Construcción del arnés de conexión eléctrica.....	45
3.7.	Diagramas eléctricos.....	47
3.8.	Conexión eléctrica de los componentes.....	49
3.9.	Montaje del módulo didáctico del sistema de disparo de 70 mm	50
3.10.	Pruebas de funcionamiento	51
3.11.	Pruebas operacionales	52
3.12.	Elaboración de manuales	54
3.12.1.	Manual de operación	54
3.12.2.	Manual de mantenimiento	54
3.13.	Aceptación del Usuario	54
3.13.1.	Tema	54
3.13.2.	Presupuesto	55
3.13.3.	Rubros.....	55
3.13.3.1.	Costo Primario.....	55
3.13.3.2.	Costos Secundarios	58
3.13.3.3.	Costo Total.....	59

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.	CONCLUSIONES	60
4.2.	RECOMENDACIONES	61
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	62
	ABREVIATURAS	63
	BIBLIOGRAFÍA.....	64
	ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Misiones y equipos del helicóptero gazelle sa-342 I	8
Tabla 2 Características técnicas del helicóptero gazelle sa-342 I.....	9
Tabla 3 Datos técnicos del lanzador de cohetes.....	21
Tabla 4 Constantes físicas y químicas del aluminio.....	26
Tabla 5 Características fisiomecánicas.....	27
Tabla 6 Máquinas	35
Tabla 7 Herramientas	36
Tabla 8 Proceso de construcción del soporte para el módulo.....	38
Tabla 9 Proceso de construcción del panel de control del módulo	39
Tabla 10 Proceso de ensamblaje del arnés de conexión eléctrico	40
Tabla 11 Pruebas de funcionamiento	51
Tabla 12 Lista de costos de materiales para el módulo	56
Tabla 13 Lista de costos de máquinas y herramientas	57
Tabla 14 Mano de obra.....	57
Tabla 15 Materiales fungibles	58
Tabla 16 Gastos secundarios	58
Tabla 17 Costo total.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Helicóptero Gazelle SA-342 L.....	7
Figura 2. Dimensiones principales.....	8
Figura 3. Circuito de generación de corriente continua.....	12
Figura 4. Batería níquel cadmio.....	12
Figura 5. Generador.....	13
Figura 6. Toma de alimentación externa.....	14
Figura 7. Circuito de generación de corriente alterna.....	15
Figura 8. Alternador.....	15
Figura 9. Caja de control de armamento.....	16
Figura 10. Bastón cíclico (disparador).....	17
Figura 11. Pulso de disparo.....	18
Figura 12. Lanzador de cohetes.....	18
Figura 13. Estructura principal.....	19
Figura 14. Brida delantera.....	20
Figura 15. Tubos del lanzador.....	20
Figura 16. Arnés y pasador de seguridad.....	20
Figura 17. Flexómetro.....	22
Figura 18. Remachadora de mano.....	22
Figura 19. Alicata.....	23
Figura 20. Multímetro digital.....	23
Figura 21. Cautín.....	24
Figura 22. Pistola de calor.....	24
Figura 23. Extractor de pines.....	25
Figura 24. Pasta de soldar.....	28
Figura 25. Estaño.....	28
Figura 26. Fusible y porta fusible.....	29
Figura 27. Conector eléctrico.....	29
Figura 28. Conductor eléctrico 20 AWG.....	30
Figura 29. Interruptor.....	30
Figura 30. Pulsador.....	31

Figura 31. Formas de los tubos estructurales	31
Figura 32. Rueda para transporte	32
Figura 33. Diagrama de construcción del soporte del módulo didáctico	37
Figura 34. Diagrama de construcción del panel de control del módulo.....	38
Figura 35. Diagrama de ensamblaje del arnés de conexión eléctrico.....	39
Figura 36. Diagrama de ensamblaje final del módulo	40
Figura 37. Tubo de aluminio	41
Figura 38. Medidas del soporte del módulo	41
Figura 39. MDF 18 mm	42
Figura 40. Medidas del panel de control	42
Figura 41. Trazado de los orificios para alojar los componentes	43
Figura 42. Proceso de perforación de los orificios de los componentes	43
Figura 43. Proceso de montaje de los componentes eléctricos.....	44
Figura 44. T- Básica de vuelo	44
Figura 45. Proceso de identificación del panel.....	45
Figura 46. Componentes del arnés de conexión.....	45
Figura 47. Proceso de soldadura de los pines	46
Figura 48. Proceso de inserción de los pines en el conector.....	46
Figura 49. Proceso de protección del arnés.....	47
Figura 50. Diagrama del sistema eléctrico	48
Figura 51. Diagrama esquemático del selector de estación	49
Figura 52. Conexión eléctrica de los componentes	49
Figura 53. Conexión del sistema eléctrico	50
Figura 54. Componentes del módulo didáctico	50
Figura 55. Ensamble final del módulo didáctico.....	50

RESUMEN

El presente módulo didáctico del Armamento Aéreo referente al helicóptero Gazelle SA-342L, tiene como finalidad elevar el nivel de pericia y conocimiento de los alumnos y técnicos del Grupo Aéreo del Ejército N°43 (GAE-43) "Portoviejo", y que básicamente contribuya a mejorar el aprendizaje en el menor tiempo posible. Para el desarrollo de este trabajo se incluye la debida justificación que permite visualizar el aporte y relevancia del presente trabajo para el GAE-43 "Portoviejo", así como los objetivos generales y específicos que permitan alcanzar los resultados esperados. El marco teórico que se muestra en el siguiente trabajo se compone de una descripción general del helicóptero Gazelle SA-342L, dentro del cual se explica en detalle sus diferentes sistemas de funcionamiento y componentes eléctricos, constituyéndose así en la base esencial de la información para el desarrollo de este trabajo. La información que contiene el presente trabajo ayudará sin duda alguna al proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos, y a la vez reforzar conocimientos de los técnicos de la GAE-43 "Portoviejo", al ser un material de fácil comprensión.

PALABRAS CLAVES:

MÓDULO DIDÁCTICO

ARMAMENTO

70MM

HELICÓPTEROS

COMBATE

SUMMARY

The present training module regarding the Air Armament Gazelle SA-342L helicopter, aims to raise the level of expertise and knowledge of students and technicians Army Air Group N ° 43 (GAE-43) "Portoviejo" and that basically contribute to improve learning in the shortest possible time. For the development of this work includes proper justification that allows viewing the contribution and relevance of paper present to the GAE-43 "Portoviejo" and the General and Specific Objectives to attain the expected results. The theoretical framework that shown in the following paper is composed of a general description of Gazelle SA-342L helicopter, within which different operating systems and electrical components are explained in detail, thus constituting the essential basis of the information for development of this paper. The information contained in this work will help without a doubt the teaching-learning process of the students, while strengthening the technical skills of the GAE-43 "Portoviejo" to be a material easy to understand.

KEYWORDS:

REGARDING MODULE

WEAPONS

70MM

HELICOPTERS

FIGHTER

CAPÍTULO I

TEMA

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE DISPARO DE LOS LANZA ROCKETS DE 70MM DE LOS HELICÓPTEROS DE COMBATE DE LA BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO N°15 PAQUISHA”

1.1. Antecedentes

La Aviación del Ejército se creó en 1954, mediante el entusiasmo del señor Capitán de Infantería Colón Grijalva Herdoíza, quien luego de completar un curso de pilotaje y recibir su licencia de piloto fue motivado a cambiar la infantería por la aviación, liderando de esta manera la Aviación del Ejército.

Es importante destacar que en el año 1954 se integró a la fuerza terrestre la primera Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA”, la cual se llamó Servicio Aéreo del Ejército (S.A.E).

En 1978 la Aviación del Ejército se transforma en una unidad mucho más fuerte con la adquisición de helicópteros de combate de origen francés, los mismos que se destinaron a cumplir las misiones específicamente de ataque y reconocimiento equipados con lanza rockets (LAU), razón por la cual la Brigada de Aviación del Ejército faculta al personal especializado en armamento aéreo ejecutar las responsabilidades con un alto grado de eficacia, eficiencia y seguridad.

Por tanto, el propósito de la sección del Armamento Aéreo de la 15-BAE “PAQUISHA” es mantener todos los recursos Bélicos en condiciones operables proporcionando así el apoyo necesario a las unidades operativas de las Fuerzas Armadas.

La Brigada de Aviación del Ejército por medio de sus unidades situadas en las diferentes regiones del país, ofrece apoyo con sus aeronaves tanto

para realizar misiones de abastecimiento, así como para trasladar al personal civil a distintos puntos donde no es accesible transportarse por vía terrestre.

Es de vital importancia que el personal especializado en Armamento Aéreo esté en constante capacitación, ya que sólo de esta forma se podría evitar o reducir el gasto en mantenimiento de los diferentes sistemas de Armamento Aéreo de la 15-BAE “PAQUISHA”.

La experiencia del personal especializado en Armamento Aéreo sumada a una tecnología adecuada permite adquirir nuevos conocimientos y por ende mejorar la calidad de trabajo.

Es por ello que la capacitación realizada al personal debe contar con las herramientas necesarias, de forma que se pueda ayudar a optimizar el desempeño de las tareas encomendadas. Por lo mencionado anteriormente el personal de Armamento Aéreo no puede quedar al margen del avance tecnológico y sobre todo de una buena organización para el cumplimiento óptimo de su trabajo.

Por ello es conveniente **implementar un módulo didáctico del sistema de disparo de los lanza rockets de 70mm para los helicópteros de combate de la Brigada de Aviación del Ejército N°15 “PAQUISHA”**, que hasta el momento no se dispone en el GAE-43 “Portoviejo”. Teniendo en cuenta que el personal especializado en Armamento Aéreo culmina su formación profesional en la mencionada unidad, es de vital importancia que se implemente dicha herramienta lo más antes posible, puesto que de ello depende el mejor desempeño de los técnicos durante el montaje de los sistemas de armamento en los diferentes tipos de helicópteros de combate.

De no solucionarse el problema mencionado, el personal seguirá teniendo falencias en cuanto a la parte práctica se refiere, ya que simplemente con la teoría no es suficiente comprender el encendido del sistema de Armamento Aéreo.

Es importante resaltar que el presente trabajo de graduación contendrá información relevante con un enfoque práctico y visual, herramienta que

servirá como apoyo para el perfeccionamiento del personal militar involucrado en esta área.

1.2.Planteamiento del Problema

¿Cómo optimizar el procesos de aprendizaje para el personal de técnicos del GAE-43 “Portoviejo”, mediante la utilización de un módulo didáctico del sistema de disparo de los lanza rockets de 70mm para los helicópteros de combate de la brigada de aviación del ejército N°15 “PAQUISHA”?

1.3.Justificación

Tomando en consideración el continuo avance tecnológico en materia de aviación se hace indispensable el estudio e implementación de mejores técnicas de enseñanza y mejoras en los métodos de diseño del material didáctico así como de manuales utilizados para la instrucción.

De esta investigación se beneficiaran no sólo el personal de técnicos del GAE-43 “Portoviejo”, sino también los alumnos de la Escuela Técnica de Aviación que continuamente se siguen preparando para desarrollar labores de mantenimiento en la especialidad de Armamento Aéreo de la Brigada Aérea.

Por lo mencionado anteriormente, surge la necesidad de optimizar el material didáctico al GAE-43 “Portoviejo”, basado en unas técnicas de aprendizaje teórica-práctica, con el fin de mejorar la capacitación de los técnicos de mencionada especialidad, permitiendo así forjar Aerotécnicos íntegros y competitivos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Implementar un módulo didáctico del sistema de disparo de los lanza rockets de 70MM para los helicópteros de combate de la brigada de aviación del ejército que facilite la instrucción impartida al personal de técnicos del GAE-43 "Portoviejo".

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información referente a los Sistemas de Armamento Aéreo de los helicópteros de combate existentes en la Brigada de Aviación del Ejército.
- Diseñar el diagrama de energización del sistema de disparo de los lanza rockets de 70mm. con el fin de que nos permita conocer la ubicación y conexión de cada elemento.
- Adquirir los materiales necesarios para la elaboración del módulo didáctico.
- Construir el módulo didáctico del sistema de disparo de los lanza rockets de 70mm.
- Verificar que la conexión del sistema funcione correctamente.
- Implementar el tablero didáctico en el aula de aprendizaje.

1.5. Alcance

La elaboración de éste material didáctico va dirigido específicamente al personal de mantenimiento especializado en Armamento Aéreo, así como a los futuros técnicos que actualmente se encuentran preparándose en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército (ETAE-15) y que por ende servirán como una fuente de ayuda de todos aquellos interesados en el tema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

En 1978 el Servicio Aéreo del Ejército (SAE) dio un paso muy importante, ya que mediante la orden del Comando N° 044-EBD-978 dejó de depender del Departamento de Logística del Ejército, logrando así convertirse en Aviación del Ejército Ecuatoriano. Este cambio da lugar a una nueva noción dentro de la organización, para lo que se considera el empleo táctico del material y el apoyo orgánico que debe brindar a las Unidades Operativas de la Fuerza Terrestre. Con esta oportunidad, el alto mando militar concedió a la Aviación del Ejército recursos humanos y los medios (aéreos y de apoyo en tierra) necesarios para que las tareas asignadas a la nueva condición puedan ejecutarse.

Con el pasar del tiempo surge un incremento notable de personal y medios técnicos (aviones, helicópteros, Armamento Aéreo, entre otros) para brindar apoyo a las tropas del ejército y a las poblaciones fronterizas ecuatorianas, por esta razón nace la necesidad de capacitar y afianzar los conocimientos del personal técnico involucrado en labores de Operación y Mantenimiento. Para satisfacer esta necesidad se da la creación de la Escuela Técnica de Aviación del Ejército (ETAE-15), la misma que se considera un pilar esencial al transmitir conocimientos teóricos a los futuros técnicos de la Aviación del Ejército.

La ETAE-15 tiene como misión la de calificar y habilitar al personal para que se desempeñen como mecánicos en las diferentes aeronaves de dotación de la aviación del ejército. Por otro lado, las diferentes unidades de la Aviación del Ejército sirven como complemento para concluir la dicha formación.

Las unidades de la Aviación del Ejército, concretamente el GAE-43 “Portoviejo” desde sus inicios hasta la presente no cuenta con material

didáctico que vaya de acorde al nivel de aprendizaje que deberían adquirir los futuros técnicos, lo que ha originado dificultades e inconvenientes en el proceso de enseñanza, y por ende está ocasionando un déficit de conocimientos tanto en el personal que labora dentro del Grupo Aéreo como en los que han sido trasladados a las diferentes unidades de la Brigada de Aviación del Ejército N°15 "PAQUISHA"

De no dar importancia a lo anteriormente expuesto se verá incrementado la pérdida de tiempo, recursos (materiales + humanos), insatisfacción en el aprendizaje para el correcto desempeño de los técnicos en sus labores diarias.

Por tanto, es prioridad de la GAE-43 "Portoviejo" optimizar recursos necesarios que sirvan de apoyo durante el proceso de aprendizaje de dicho personal, permitiendo de esta manera no solo formar unos buenos técnicos sino también darle valor y prestigio tanto al Grupo Aéreo como a la ETAE-15.

El presente módulo didáctico, está encaminado a capacitar de forma íntegra al personal de la sección de Armamento Aéreo del GAE-43 "Portoviejo" y a su vez actualizar a los técnicos que laboran en las diferentes unidades de la Brigada de Aviación del Ejército N°15 "PAQUISHA", mediante la instrucción, para desempeñar sus actividades de una forma eficiente y profesional dentro de su especialidad.

Los conocimientos adquiridos mediante este material didáctico permitirán al personal contar con una herramienta de apoyo significativa para el conocimiento del funcionamiento del sistema de disparo de los lanza rockets de 70 mm del helicóptero Gazelle SA-342L, para de esta forma garantizar un aprendizaje adecuado, considerando de vital importancia en la preparación de los técnicos de la sección de Armamento Aéreo.

En función de lo expuesto anteriormente, en el presente capítulo aportaremos información sobre el helicóptero Gazelle SA-342L, presentando su definición, misión, características y sistemas tanto de funcionamiento como de armamento que le permiten estar en óptimas condiciones de operatividad.

Es anhelo del autor de este trabajo, que el módulo didáctico elaborado cumpla con el objetivo de orientar y facilitar la enseñanza al personal de la sección de Armamento Aéreo del GAE-43 "Portoviejo", sin olvidar que el verdadero resultado solo se puede conseguir con el esfuerzo y dedicación de cada persona.

2.2. Helicóptero Gazelle SA-342L



Figura 1. Helicóptero Gazelle SA-342 L

2.2.1. Descripción

El helicóptero Gazelle SA-342 L. Es un aparato ligero multipropósito de construcción Franco Británico, propulsado por un Turbo Motor TURBOMECA ASTAZOU XIV H de tipo Turbina Ligada la que arrastra un rotor principal compuesto por tres palas y un rotor anti-torque de 13 palas.

El primer vuelo de este tipo de aparatos fue en 1967, su velocidad de punto es de 168 Kt/h o 312 Km. /h. y su velocidad de crucero es de 120 Kt/h o 255 Km. /h.

Beneficiado por un estudio aerodinámico muy profundo, El Gazelle es el primer Helicóptero en el mundo en recibir un rotor de tipo semirrígido con palas en material compuesto y seguridad integrada, un rotor anti-torque carenado llamado Fenestrón integrado en una larga deriva.

El Helicóptero Gazelle es esencialmente creado para la guerra anti Tanques, por lo que puede estar equipado con misiles y armamento para cumplir las diferentes misiones asignadas.

Tabla 1

Misiones y equipos del helicóptero Gazelle SA-342 I

MISIONES	ARMAMENTO
Reconocimiento	Misiles Antitanque Hot
Observación	Misiles AS 11 y AS 12
Soporte de Armamento Ligero	Lanza Rockets Antipersonal, Fumígenas, Carga Cruzada.
Evacuación Sanitaria	Cañón de 20 mm
Transporte de Carga Ligera	
Entrenamiento de Tripulación	

2.2.2. Características generales

- Dimensiones principales aproximadas en metros:
- Diámetro del rotor 10.500
- Longitud total 11.972
- Altura 3.192

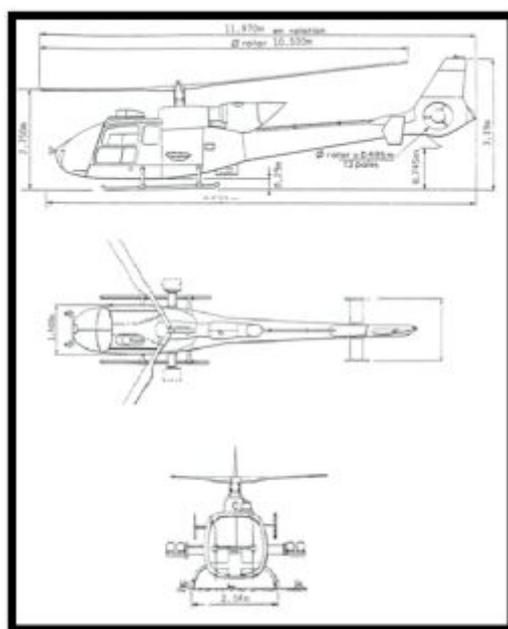


Figura 2. Dimensiones principales

Fuente: Manual de mantenimiento del helicóptero Gazelle SA-342L

2.2.3. Características Técnicas

Tabla 2

Características técnicas del helicóptero Gazelle SA-342 I

MODELO	SA-342 L
FABRICACIÓN	Francesa
MISIONES	Combate (anti delincuencia) Reconocimiento Evacuación Aero médica Abastecimientos
PESO MAX.	1.900 kg.
PESO AL VACÍO	1.100 Kg.
VELOCIDAD MAX.	168 KTS.
VELOCIDAD SIN PUERTAS	140 KTS.
ALTURA MAX.	20.000 Pies
CAPACIDAD MAX	5 Personas
FÁCIL PILOTAJE	
GRAN MANIOBRABILIDAD	
GRAN CAMPO DE VISIÓN	
FÁCIL MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN	
VELOCIDAD REGULADA	43.000 ± 200 rpm

2.3. Conjuntos Dinámicos

- El Helicóptero Gazelle está equipado con una turbina ligada ASTAZOU XIV. a fin de poder realizar el encendido con el menor esfuerzo y la menor resistencia al motor por parte de los conjuntos mecánicos.
- El arrastre del rotor principal se obtiene por medio de un reductor de 1/16 (BTP) unido a la célula por un armazón soporte.

- La velocidad de rotación constante es de 43.000 r.p.m. con una velocidad al nivel de la toma de movimiento de 6.334 r.p.m.
- La unión GTM-BTP está asegurada por un embrague rueda libre que permite continuar girando al rotor en auto rotación en que caso que exista una falla del motor.
- Un freno rotor de mando mecánico es montado sobre la BTP en la toma de movimiento de la transmisión trasera.
- El arrastre del rotor trasero está asegurado a partir de la mecánica principal por una transmisión oblicua y una transmisión trasera entre las cuales se encuentra un cambiador de ángulo (BTP).

2.4. Sistema de Combustible

El circuito de combustible comprende:

- Un reservorio flexible, situado en el cajón superior de la estructura central.
- El conjunto de cañerías distribuye el combustible al motor.
- Una llave corta fuego mandada a partir del puesto de pilotaje permite el corte de urgencia de alimentación al motor.

Características generales:

- Capacidad del reservorio.
 - ❖ Principal sin auto sellante: 120.2 gal.
 - ❖ Principal con auto sellante: 115 gal.
 - ❖ Suplementario: 23.7 gal.
- Luz bajo nivel se enciende cuando el nivel es de 13.2 gal.

2.5. Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico designa al mecanismo o los dispositivos actuados por líquido hidráulico a presión. Es decir que se define como sistema hidráulico a aquel sistema mecánico que es actuado por fluido hidráulico a presión y que sirve para disminuir los esfuerzos mecánicos del piloto.

2.5.1. Generalidades

- Está destinado a alimentar los tres servo-mandos principales y servo del rotor de cola. En caso de corte de la presión hidráulica, los servo mandos actúan como simples varillas.
- Un interruptor situado en el paso colectivo del piloto permite el corte total del sistema por intermedio de la electro-válvula del bloque compacto y de los servo mandos principales.
- Un interruptor situado en el tablero de abordó, permite verificar el comportamiento de los acumuladores, pues este energiza al electro válvula del bloque compacto.
- Una luz de alarma señala la caída de presión 40 bares
- Una alarma sonora se escucha a los 32 bares y cuando el interruptor del paso general se encuentre en off.

2.6. Sistema Eléctrico

La electrónica dentro del helicóptero Gazelle es uno de los sistemas más importantes ya que la mayor parte de sus componentes funcionan en base a la electricidad y electrónica, la aeronáutica aprovecha de la complejidad de la Electrónica y la explota creando complejos sub-sistemas de control tanto de pilotaje como de funcionamiento.

El sistema eléctrico está constituido por dos tipos de corrientes independientes cada una tiene sus propios elementos de generación de corriente:

- Circuito de Generación de Corriente Continua
- Circuito de Generación de Corriente Alterna

2.6.1. Circuito de Generación de Corriente Continua

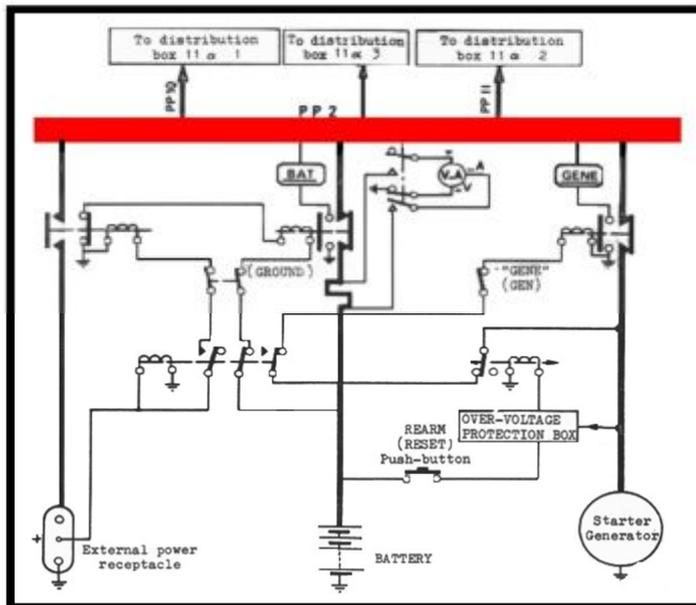


Figura 3. Circuito de generación de corriente continúa

Fuente: Manual de circuitos eléctricos del helicóptero Gazelle SA-342 L

Este circuito está equipado de tres elementos principales los cuales están en capacidad de generar Corriente Continua, estos elementos son:

- Batería de Níquel Cadmio
- Generador Arrancador
- Toma de alimentación externa

2.6.1.1. Batería Níquel Cadmio



Figura 4. Batería níquel cadmio

La batería está conformada por 20 pilas de 1.2 Vdc. y 20 A las cuales están conectadas en Serie y nos permite obtener un total de carga de 24 a 26 Vdc. Con una capacidad nominal de 400 A. Las pilas son construidas en material de Níquel Cadmio.

El electrolito alcalino de la pila es una solución de Potasio cáustico químicamente puro.

Las pilas están equipadas con válvulas destinadas a evitar que en el interior de la pila exista cualquier presión excesiva de gas que podría resultar de una sobre carga anormal del generador.

La posición de la batería está dada en la parte delantera del helicóptero para así beneficiarse de una ventilación dinámica.

2.6.1.2. Generador Arrancador



Figura 5. Generador

El Generador Arrancador inicialmente es un motor de arranque que absorbe la potencia de la batería o de un Grupo de Corriente Externa, para poner en funcionamiento el GTM.

La tensión del arrancador es de 20 Vdc y la intensidad es de 40 A. con una velocidad de 1800 r.p.m.

El Generador está en capacidad de producir Corriente Continua, este está ubicado en la Plancha de accesorios del GTM para así ser arrastrado por el movimiento del mismo.

Es de tipo auto ventilado y entra en pleno funcionamiento a partir de las 26.000 r.p.m. del GTM. Este gira a una velocidad de 7808. R.p.m. que son dadas en la plancha de accesorios, su potencia es igual a 4 Kw. Bajo 28 Vdc,

La tensión nominal del Generador es de hasta 30 Vdc 400 A., la potencia de servicio continuo es de 5 Kw (170 A a 30 V).

2.6.1.3. Toma de Alimentación Externa



Figura 6. Toma de alimentación externa

La instalación comprende de un receptáculo de planta externa que está asociado a un contactor y a un relay auxiliar.

- El receptáculo de planta externa está asegurado bajo la puerta del copiloto (lado izquierdo) conectado al helicóptero a un voltaje de 28 V de CC por una fuente externa o por una unidad de potencia en tierra GPU.
- El receptáculo consiste de dos pines de potencia positivo y negativo, un pin auxiliar (él más corto) usado para abastecer los sistemas de control del contactor y el relay auxiliar de planta externa, este receptáculo, está controlado por el switch de "**BAT**" tome en cuenta que "el contactor disyuntor solo funciona con el generador".

2.6.2. Circuito de Generación de Corriente Alterna

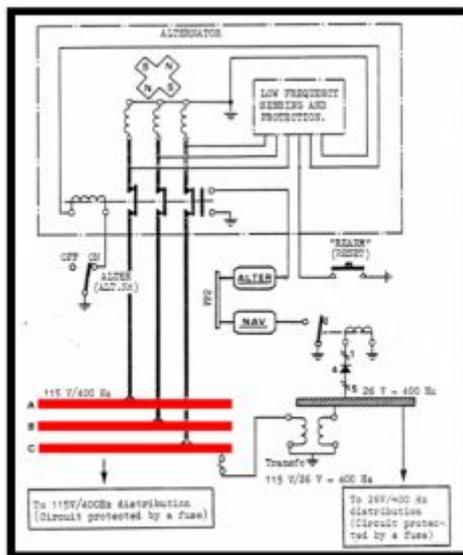


Figura 7. Circuito de generación de corriente alterna

Fuente: Manual de circuitos eléctricos del helicóptero Gazelle SA-342 L

La generación de corriente alterna dentro del helicóptero Gazelle es muy importante debido a que con este tipo de corriente alterna funcionan la mayor parte de instrumentos de navegación.

2.6.2.1. Alternador



Figura 8. Alternador

El Alternador es montado de igual manera que el generador arrancador sobre la plancha de accesorios del GTM con lo que se beneficia del movimiento de este. Está en capacidad de generar 115/200 Vac, 400 HZ y 500 VA.

El alternador entra en funcionamiento normal aproximadamente a las 41.000 r.p.m. del GTM, la implementación de cada uno de los equipos está en base a las siguientes razones:

- Función del Equipo
- Tener un Cableado lo más corto posible
- Peso y Balance sobre la aeronave.

Así el Generador Arrancador y el Alternador son montados sobre el GTM. Y puestos en funcionamiento con el movimiento del mismo.

El Sistema Eléctrico tiene singular importancia en el encendido de la aeronave, ya que el motor absorbe la potencia que genera la Batería o Planta de Corriente Externa, las que pueden satisfacer la demanda de entre 26 y 28 Vdc con un amperaje aproximado de 200 A que es lo mínimo indispensable para que se produzca un arranque del motor.

2.7. Sistema de Cohetes de 70mm

El sistema de cohetes de 70 mm proporciona al helicóptero la capacidad de atacar objetivos terrestres tanto en condiciones diurnas y nocturnas.

2.7.1. Caja de Control de Armamento



Figura 9. Caja de control de armamento

La Caja de Control de Armamento está montada en la cabina del helicóptero e incluye los siguientes componentes:

- Interruptores
- Indicador de luces
- Relays y un conector con 32 pines.

La Caja de Control de Armamento opera y controla los siguientes sistemas:

- Sistema de Cohetes
- Luz del apuntador Laser IR
- Luces del Visor

2.7.2. Bastón Cíclico (Disparador)



Figura 10. Bastón cíclico (disparador)

El Bastón Cíclico es el mando directo que tiene el Piloto para conducir a su aeronaves, ya que esta actúa directamente sobre los Servo Comandos, los que finalmente hacen variar la incidencia de las palas principales del rotor principal.

En el bastón Cíclico encontramos varios controles que permiten al piloto desde la misma empuñadura controlar aspectos como: Radios, Frenos Magnéticos, Piloto Automático, Tiro de Cohetes y Ametralladoras.

2.7.3. Pulso de Disparo

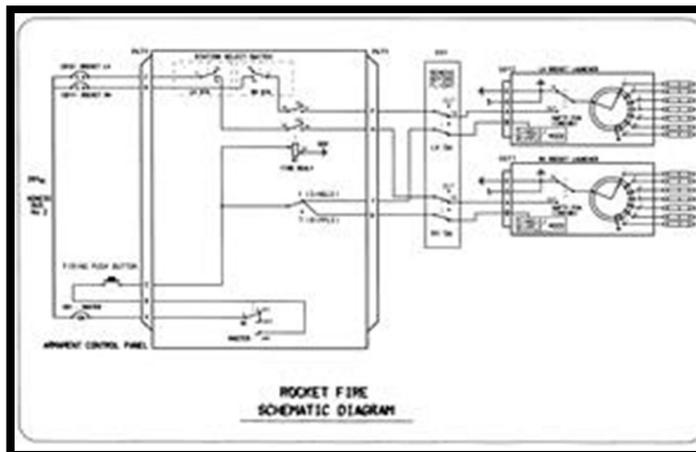


Figura 11. Pulso de disparo

Al conmutar el interruptor principal (S1) a la posición “ARM”, se proveerá 28 V al pin B del conector P471 para el interruptor de disparo.

Presionando el interruptor de disparo en “ON”, se proveerá un pulso de disparo de 28 V al pin F del conector P471, para activar el relay K1. El selector de cantidad tiene dos posiciones, la posición “single” es el modo simple el cual dispara en un tiro un cohete en una estación. La posición “ripple” es el modo ráfaga el cual dispara de un tiro todos los cohetes desde el lanzador.

2.7.4. Lanzador de Cohetes



Figura 12. Lanzador de cohetes

2.7.4.1. Descripción

La familia de lanzacohetes FN HERSTAL ha sido diseñada para disparar todos los motores de cohete FFAR MK40 y Wrap Around MK66 tales como los que pueden ser instalados en todos los eyectores OTAN de 14”.

Se componen de:

- Estructura principal
- Brida delantera
- X tubos de disparo de doble propósito(x=7 ó 19)
- Arnases
- Intervalómetro y pasador de seguridad

2.7.4.2. Estructura Principal



Figura 13. Estructura principal

La estructura principal se compone principalmente de tres armazones remachadas al revestimiento exterior. Las dos armazones centrales están sujetas con pernos a una chapa de refuerzo superior que incluye los receptáculos tratados para los dos ganchos de suspensión. La unidad de chapa de refuerzo de las armazones centrales está adecuadamente reforzada con chapas.

2.7.4.3. Brida Delantera



Figura 14. Brida delantera

El carenado delantero está sujeto a la armazón principal por medio de siete tornillos.

2.7.4.4. Tubos



Figura 15. Tubos del lanzador

Los tubos de aleación de aluminio están instalados en agujeros apropiados practicados en las armazones de la estructura principal. Cada tubo, fijado a la armazón trasera mediante dos tornillos, está equipado con una unidad de disparo y contacto.

2.7.4.5. Arnés



Figura 16. Arnés y pasador de seguridad

El arnés conecta el conector dorsal (MS 3452W-1 4S-5P) a los disparadores a través del intervalómetro. El arnés incluye un interruptor de seguridad, un pasador de seguridad y una resistencia de 5 ohmios.

2.7.4.6. Intervalómetro

Los intervalómetros FN están diseñados para controlar hasta 7 o 19 tubos de acuerdo con su aplicación (LAU7 o LAU19). Se trata de intervalómetros electrónicos que permiten disparar cohetes a intervalos desiguales cualquiera que sea el número o la posición de los cohetes en el lanzador.

- Datos técnicos

Tabla 3

Datos técnicos del lanzador de cohetes

LAU-7H-I	
Largo (mm)	1580
Diámetro (mm)	268
Peso	Vacío (Kg) 23,6
	Completamente cargado Kg 126,4

2.8. Herramientas utilizadas en la construcción del módulo didáctico

2.8.1. Herramienta

Es un objeto construido con el objetivo de facilitar o agilizar trabajos mecánicos que requieran la aplicación de una fuerza sobre algún elemento o componente.

- Destornilladores: planos, estrellas, trinquete, especiales.
- Herramientas eléctricas: taladro, cautín, pistola de calor.

2.8.2. Flexómetro

Es un instrumento de medición similar a una cinta métrica, con la particularidad de que está construido en chapa metálica flexible debido su escaso espesor, dividida en unidades de medición, y que se enrolla en espiral dentro de una carcasa metálica o de plástico.



Figura 17.

2.8.3. Remachadora de mano

Es una herramienta manual usada principalmente en talleres de bricolaje y carpintería metálica que sirve para fijar con remaches uniones de piezas que no sean desmontables en el futuro. Los remaches son unos cilindros de poco grosor que se insertan en la remachadora y se adaptan al espesor de las piezas que se acoplan. La unión con remaches garantiza una fácil fijación de unas piezas con otras.



Figura 18. Remachadora de mano

2.8.4. Alicate

Son herramientas imprescindibles para el trabajo de montajes electrónicos. Esta especie de tenaza metálica provista de dos brazos suele ser utilizada para múltiples funciones como sujetar elementos pequeños o cortar y modelar conductores.



Figura 19. Alicate

2.8.5. Multímetro digital

Es un instrumento electrónico de medición que generalmente calcula voltaje, resistencia y corriente, aunque dependiendo del modelo de multímetro puede medir otras magnitudes como capacitancia y temperatura. Gracias al multímetro podemos comprobar el correcto funcionamiento de los componentes y circuitos electrónicos.

Generalmente los multímetros son semejantes, aunque dependiendo de modelos, pueden cambiar la posición de sus partes y la cantidad de funciones, es por eso que cada parte tiene un símbolo estándar que identifica su función.



Figura 20. Multímetro digital

2.8.6. Cautín

Es una herramienta eléctrica muy sencilla que posee un conjunto de elementos que al estar correctamente conectados van a generar en una barra de metal el calor suficiente para poder derretir los distintos metales (estaño, oro, etc.) utilizados para las soldaduras de los circuitos eléctricos y electrónicos.

Normalmente, los cautines para uso electrónico se consiguen con potencias reducidas como 25,40 o 60 W y se alimentan de la red pública de 120 o 220 VCA. Ya que generalmente se trata de trabajos delicados, como para realizar nuevos montajes o para hacer reparaciones, o con la unión de dos o más conductores con elementos del equipo.



Figura 21. Cautín

2.8.7. Pistola de calor

La Pistola de calor, Pistola de aire caliente electrónica con temperatura variable de control electrónico es, Ideal para plástico, empaques, mantenimiento y cualquier aplicación que requiera variar temperatura.



Figura 22. Pistola de calor

2.8.8. Extractor de pines

La herramienta de extracción es un manguito metálico delgado diseñado para caer sobre el agarre de alambre de la clavija de engarzado y empuje hacia atrás las lengüetas de retención de pasador moldeadas en la carcasa del conector. Tenga en cuenta que hay dos tamaños de alfileres y herramientas D-Sub. Cuanto más viejo (50 años) y la más común es la densidad estándar 20 AWG. Más recientemente, los fabricantes han ofrecido 22 AWG versiones "Hi-Densidad" que ofrecen más cables en el mismo conector. Por ejemplo, una de 9 pines 20 AWG vivienda de tamaño celebrará 15 pines en la versión de alta densidad.



Figura 23. Extractor de pines

2.9. Materiales utilizados en la construcción del módulo didáctico

2.9.1. Aluminio

Es un metal plateado, muy ligero, buen conductor y resistente a la oxidación, que no se encuentra nunca libre en la naturaleza y se extrae principalmente de la bauxita; se usa en la construcción de aviones, vagones ferroviarios, automóviles, cascos de barcos, en arquitectura, envolturas flexibles, etc.

El aluminio puede ser fuerte, ligero, dúctil y maleable. Es un excelente conductor del calor y de la electricidad.

Tabla 4

Constantes físicas y químicas del aluminio

Peso atómico	26.9
Punto de fusión	660°C
Punto de ebullición	2.467°C
Gravedad específica	2.7 g/ml
Estructura cristalina	Red cúbica centrada en las caras
Radio atómico	1,43 Å
Valencia	3
Configuración electrónica	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/evaluacion-operativa-centro-manejo-materiales-hornofusion/evaluacion-operativa-centro-manejo-materiales-hornofusion.shtml>

Pero una de las mayores ventajas del aluminio es que puede ser reciclado una y otra vez sin perder su calidad ni sus propiedades.

2.9.2. MDF

Es un tablero de fibras de madera de Pino unidas mediante adhesivos ureicos, elaborado bajo los más altos estándares de calidad obteniendo un producto homogéneo con superficies ideales para todo tipo de terminación.

2.9.2.1. Tipos de MDF

- **Liviano:** Tablero que posee densidad media según la norma ANSI, 620 kg/m³. Esta característica le permite un uso más extenso y general que otros tipos de MDF. Es un excelente sustituto del compuesto de panforte y de la madera maciza. Standard: Tablero que posee la mayor densidad según la norma ANSI, 700 kg/m³. Por su

diseño se recomienda para realizar trabajos estructurales, donde se exige máxima resistencia.

- **Standard:** Tablero de densidad 720 Kg/m³ ideal para proyectos con alta exigencia de calidad en terminaciones. Puertas para lacar, de membrana, cubiertas de mesa, etc.

Tabla 5
Características fisiomecánicas

Standard		Espesor (mm)				
Propiedades	Unidades	3	4	5,5	9 a 20	25 a 30
Densidad	Kg/m ²	800	800	800	700	700
Flexión	N/mm ²	49	44	44	36	31
Módulo de elasticidad	N/mm ²	3360	3380	3380	2940	2750
Agarre de tornillo	N	-	-	-	1270	1270
Hinchamiento 24 h.	%	30	30	25	11	8
Humedad	%	5-8	5-8	5-8	5-8	5-8

Liviano		Espesor (mm)	
Propiedades	Unidades	9 a 20	25 a 30
Densidad	Kg/m ²	600	600
Flexión	N/mm ²	34	29
Módulo de elasticidad	N/mm ²	2060	1760
Agarre de tornillo	N	1170	1170
Hinchamiento 24hrs	%	12	10
Humedad	%	5-8	5-8

Fuente: <http://www.masisa.com/col/productos/tableros/mdf/>

2.9.3. Pasta de soldar

La pasta de soldar se compone principalmente de una aleación mayoritariamente de estaño micro granulado, formando esferas que pueden

ir de los 20 μm a los 75 μm de diámetro. Este polvo viene mezclado con flux, así conocido habitualmente el agente químico que actúa como decapante y que ayuda a la formación de una buena soldadura.



Figura 24. Pasta de soldar

2.9.4. Estaño

Es un metal de color blanco plateado, muy dúctil y maleable y de estructura cristalina, que se utiliza en electrónica con el fin de facilitar la soldadura.



Figura 25. Estaño

2.9.5. Fusibles y porta fusibles

Se denomina fusible a 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, por Efecto Joule, 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 elementos.



Figura 26. Fusible y porta fusible

2.9.6. Conector eléctrico P471 (D38999/20WE32PN)

Un conector eléctrico es un dispositivo electro-mecánico para la unión de circuitos eléctricos como una interfaz que use un conjunto mecánico. La conexión puede ser temporal, como para equipos portátiles, requieren de una herramienta para el montaje y desmontaje, o servir como una empresa eléctrica permanente entre dos cables o dispositivos.

Los conectores pueden unir dos tramos de cable de cobre flexible o cable, o conecte un alambre o cable o interfaz óptica a un terminal eléctrico.



Figura 27. Conector eléctrico

2.9.7. Conductor eléctrico

Un conductor eléctrico es un material capaz de conducir una corriente eléctrica, la conduce por que los átomos de los que esta echo el material tienen la libertad de moverse a través del objeto esto por no estar fuertemente unidos al núcleo, los conductores más conocidos son

generalmente metales, esto producto de la interacción entre sus átomos genera un mar de electrones donde la carga fluye de forma óptima.



Figura 28. Conductor eléctrico 20 AWG

2.9.8. Interruptor eléctrico

Un interruptor es un operador eléctrico cuya función es abrir o cerrar un circuito de forma permanente. Al accionarlo, hacemos que varíe su posición, abriendo un circuito que estaba cerrado o cerrando uno que estaba abierto, y permanece así hasta que lo volvamos a accionar.



Figura 29. Interruptor

2.9.9. Pulsador

Es un operador eléctrico que, cuando se oprime, permite el paso de la corriente eléctrica y, cuando se deja de oprimir, lo interrumpe, es decir en su

interior tiene dos contactos, al ser pulsado uno, se activará la función inversa de la que en ese momento este realizando, si es un dispositivo NA (normalmente abierto) será cerrado, si es un dispositivo NC (normalmente cerrado) será abierto.

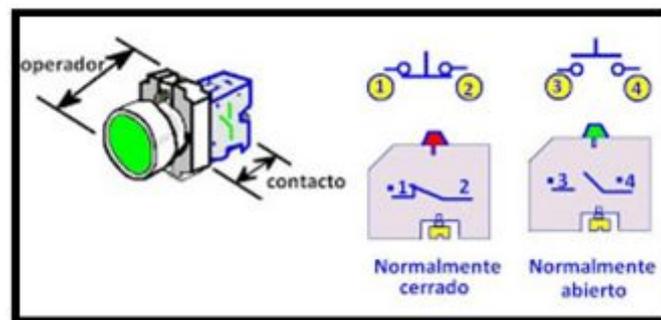


Figura 30. Pulsador

Fuente: http://coparoman.blogspot.com/2013_07_01_archive.html

2.10. Materiales utilizados para la construcción del soporte del módulo didáctico

2.10.1. Tubos estructurales de aluminio

Se utilizan en todo tipo de elementos estructurales como columnas, vigas, cerchas, etc., y en general en cualquier otra aplicación en la que sea necesaria la resistencia y fiabilidad que ofrecen las secciones tubulares.

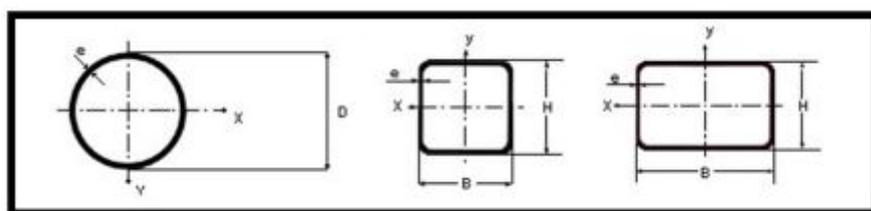


Figura 31. Formas de los tubos estructurales

Fuente: http://www.constructalia.com/espanol/productos/estructuras/tubos/tubo_estructural_rectangular_cuadrado_y_redondo#.VLidVUeG9rk

2.10.2. Ruedas

La rueda es una pieza mecánica circular que gira alrededor de un eje. Puede ser considerada una máquina simple, y forma parte del conjunto denominado elementos de máquinas.



Figura 32. Rueda para transporte

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1.Preliminares

La implementación del módulo didáctico del sistema de disparo de los lanza rockets de 70 mm de los helicópteros de combate responde a una necesidad observada en la sección de armamento aéreo del GAE-43 “Portoviejo”, durante el proceso de investigación.

Actualmente la sección de armamento aéreo no dispone de un módulo didáctico de los lanza rockets de 70 mm para los helicópteros de combate, razón por la cual es fundamental implementar este proyecto para optimizar los procesos de aprendizaje durante la instrucción impartida por el personal de técnicos del GAE-43 “Portoviejo”.

3.1.1. Estudio de factibilidad

Para el estudio de factibilidad se consideran los siguientes factores:

- Factor técnico
- Factor económico
- Factor operacional

3.1.1.1. Factor Técnico

Se refiere al proceso de construcción, ensamble y conexión de los componentes del módulo y luego determinar su comprobación y funcionamiento al momento de impartir la instrucción.

Además se con el uso de este módulo vamos a optimizar el tiempo y recursos, ya que los elementos ensamblados en este módulo tienen una mayor similitud al sistema que se encuentra instalado en la aeronave.

3.1.1.2. Factor Económico

Es la inversión económica que se debe hacer para la construcción del módulo y la adquisición de los materiales disponibles.

3.1.1.3. Factor operacional

Se refiere a la labor que el módulo didáctico va a desempeñar una vez finalizado, el cual va a ser capaz de llenar y esclarecer toda la información teórica impartida por el personal de técnicos encargados de este sistema y así satisfacer las necesidades propuestas por los técnicos de la sección de armamento aéreo.

3.1.2. Material

Se refiere al material utilizado en la construcción del módulo didáctico, sus condiciones óptimas de operación.

3.2. Aspecto Económico

Es de gran importancia ya que se refiere a la utilización de materiales, máquinas eléctricas, equipos, y herramientas; además se analiza la inversión económica que se va a realizar para la construcción del módulo.

3.3. Construcción de un módulo didáctico del sistema de disparo de los lanza rockets de 70 mm de los helicópteros de combate de la brigada de aviación del ejército N°15 “Paquisha”

3.3.1. Descripción del módulo didáctico

El módulo didáctico está constituido por las siguientes partes: una caja de control del sistema de 70 mm, un arnés de conexión del sistema eléctrico,

tres porta fusibles y fusibles de protección para el sistema eléctrico, un sócalo de conexión a 28 Vdc, estructura para el transporte, soporte, ruedas.

Todos los componentes serán inspeccionados para la construcción del módulo y obtener un rendimiento óptimo y eficaz, el cual permitirá que los futuros técnicos puedan esclarecer todas sus dudas al momento de la instrucción impartida por parte de los técnicos de la sección de armamento aéreo del GAE-43 "Portoviejo".

3.3.2. Orden a seguir para la construcción del módulo didáctico.

- Construcción del soporte para el panel de control del módulo
- Construcción del panel de control
- Construcción del arnés eléctrico y conexiones del módulo didáctico.
- Ensamblaje de los componentes del módulo hacia el soporte
- Pruebas de funcionamiento

3.3.3. Codificación de Máquinas y Herramientas

Tabla 6

Máquinas

N°	Máquinas	Características	Código
1	Sierra eléctrica	110 – 220 v	M1
2	Taladro eléctrico manual	110 v	M2
3	Amoladora	110 v	M3
4	Cautín	110 v	M4
5	Pistola de calor	110 v	M5

Tabla 7
Herramientas

N°	Herramientas	Código
1	Flexómetro	H1
2	Escalímetro	H2
3	Destornillador	H3
4	Broca	H4
5	Multímetro	H5
6	Alicates (cortador)	H6
7	Saca pines	H7
8	Sierra	H8
9	Remachadora manual	H9
10	Ponchadora de terminales	H10
11	Lima	H11
12	Martillo	H12
13	Extractor de pines	H13
14	Lámina de vinil	H14

3.3.4. Diagrama de proceso

Es la representación gráfica de todos los pasos de construcción secuencial y lógica que se realiza dentro de los procesos productivos, permite visualizar el ensamblaje y sub-ensamblaje del proceso de elaboración del trabajo práctico.

3.3.5. Simbología

Es la simbología de diagramas de procesos que se utiliza para describir el proceso de construcción del módulo.

3.3.6. Diagrama de proceso de construcción del soporte para los componentes del módulo.

Materiales:

- Tubo de aluminio cuadrado de 1 pulgada de diámetro, de 2 mm de espesor
- 4 ruedas móviles de 2 pulgadas con una capacidad de carga de 30 a 40 Kg.
- Acoples de aluminio



Figura 33. Diagrama de construcción del soporte del módulo didáctico

Tabla 8

Proceso de construcción del soporte para el módulo

N°	Proceso	Máquina	Herramienta
1	Medir el tubo de aluminio		H1-H2
2	Cortar el tubo de aluminio		H8
3	Perforamos la unión del tubo	M2	
4	Remachar las uniones del tubo		H9
5	Remachar las ruedas en la base del soporte		H9

3.3.7. Diagrama de proceso de construcción del panel de control del módulo

Materiales:

- Plancha de MDF de un espesor de 18 mm



Figura 34. Diagrama de construcción del panel de control del módulo

Tabla 9

Proceso de construcción del panel de control del módulo

N°	Proceso	Máquina	Herramienta
1	Medir la plancha de MDF		H1-H2
2	Cortar la plancha de MDF		H8
3	Trazar los orificios para los componentes		H2
4	Perforar los orificios para los componentes	M2	
5	Colocar la lámina de vinil sobre la superficie del panel		H14
6	Colocar las placas de rotulado	M5	
7	Acoplar los componentes del panel		H3-H8

3.3.8. Diagrama del proceso de ensamblaje del arnés de conexión eléctrica.

En el ensamblaje del arnés de conexión eléctrico los siguientes componentes:

- Conector eléctrico P471 (D38999/20WE32PN), toma de alimentación externa, porta fusibles, luz piloto, interruptores.



Figura 35. Diagrama de ensamblaje del arnés de conexión eléctrico

Tabla 10

Proceso de ensamblaje del arnés de conexión eléctrico

N°	Proceso	Máquina	Herramienta
1	Montaje de la toma de alimentación externa		H3
2	Conectar los cables eléctricos	M4	H3
3	Colocar los porta fusibles y luz piloto	M2	
4	Ajustar los acoples		H6
5	Colocar las placas de rotulación	M5	

3.3.9. Diagrama de ensamblaje final del módulo

En el ensamble final se procede acoplar el soporte del módulo con el panel de control con el resto de componentes, para al final conectar el arnés eléctrico con sus entradas y salidas respectivas.

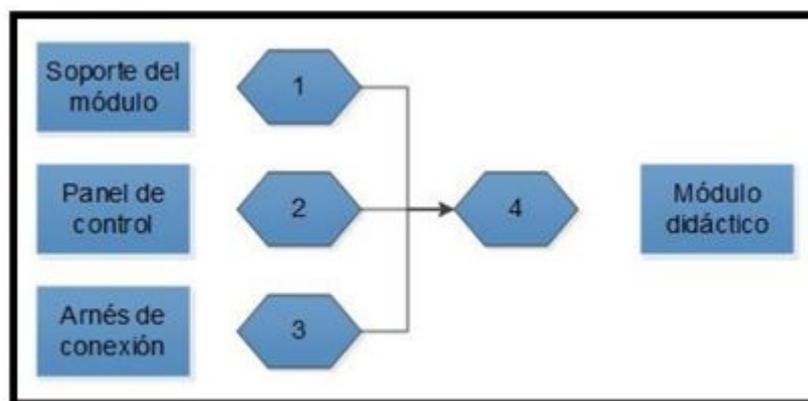


Figura 36. Diagrama de ensamblaje final del módulo

3.4. Construcción del soporte del módulo

En la construcción del soporte se debe tomar en cuenta que el uso del módulo ésta dentro de las consideraciones ergonómicas la misma que permite un tiempo alargado en una posición correcta del cuerpo del operario evitando cansancio e incomodidad.

El diseño del lugar de trabajo debe ser apropiado a la variedad de formas y tamaños de los trabajadores y brindar soporte para realizar las diferentes tareas.

Para la construcción del soporte se utiliza un tubo cuadrado de aluminio de 1 pulgada de diámetro y espesor de 2 mm.

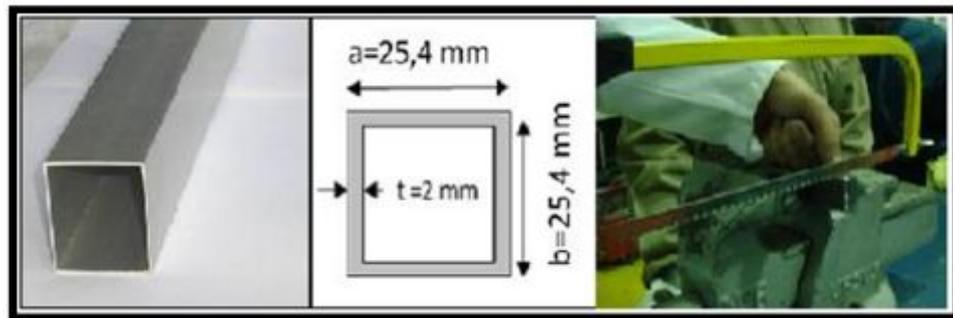


Figura 37. Tubo de aluminio

- Medidas del soporte del módulo



Figura 38. Medidas del soporte del módulo

3.5. Construcción del panel de control

En la construcción del panel de control se utiliza una plancha de MDF de 18 mm de espesor.

3.5.1. Trazado de las medidas en la plancha de MDF

En el trazado de la plancha se marca las medidas utilizando un flexómetro y un rayador para señalar los puntos por donde debemos cortar luego.



Figura 39. MDF 18 mm

3.5.2. Medidas del panel de control

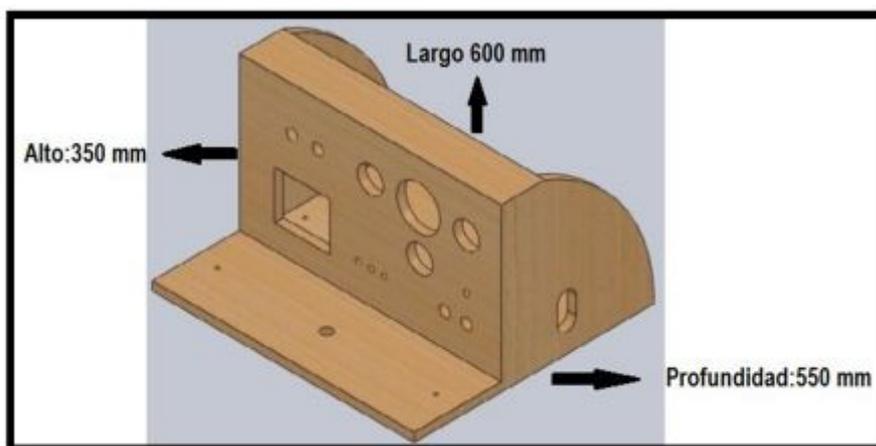


Figura 40. Medidas del panel de control

3.5.3. Trazado de los orificios para los componentes del módulo

Trazar los orificios para alojar los componentes eléctricos del módulo didáctico.

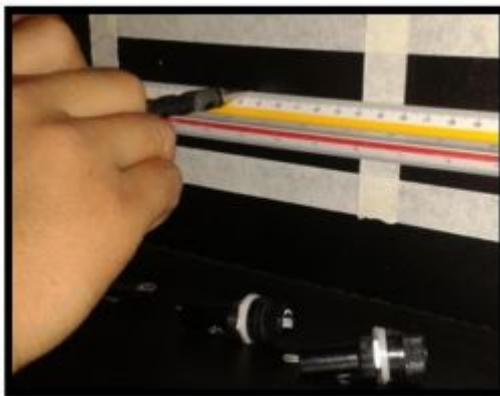


Figura 41. Trazado de los orificios para alojar los componentes

3.5.4. Perforado de los orificios de los componentes

Perforar los orificios marcados anteriormente en el panel de control utilizando el taladro eléctrico manual de 110 voltios.

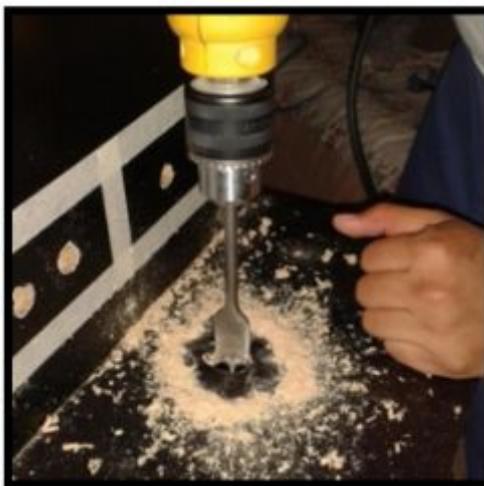


Figura 42. Proceso de perforación de los orificios de los componentes

3.5.5. Montaje de los componentes del módulo didáctico

Una vez perforado los orificios del panel se procede a colocar los componentes eléctricos.

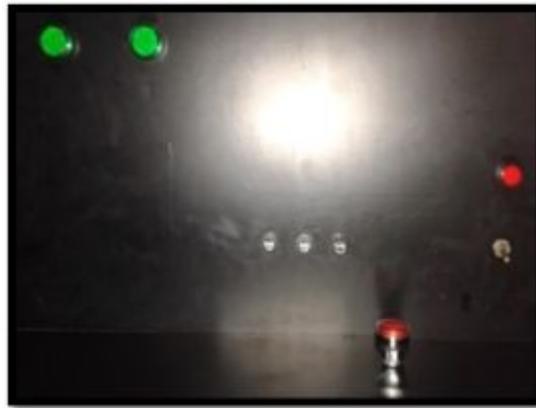


Figura 43. Proceso de montaje de los componentes eléctricos

3.5.6. Instrumentos de navegación (T- Básica)

A continuación se procede a colocar los cuatro instrumentos de navegación básicos como son: el altímetro, el horizonte artificial, el velocímetro y la brújula eléctrica o indicador de rumbo que facilitara al futuro técnico la comprensión de las características de cada instrumento que le permitirá determinar las condiciones fundamentales del vuelo de la aeronave.



Figura 44. T- Básica de vuelo

3.5.7. Colocar sticker de identificación de los componentes

Una vez finalizado el proceso de construcción del panel, procedemos a colocar los sticker de información que permita operar el módulo con mayor facilidad de una manera satisfactoria.

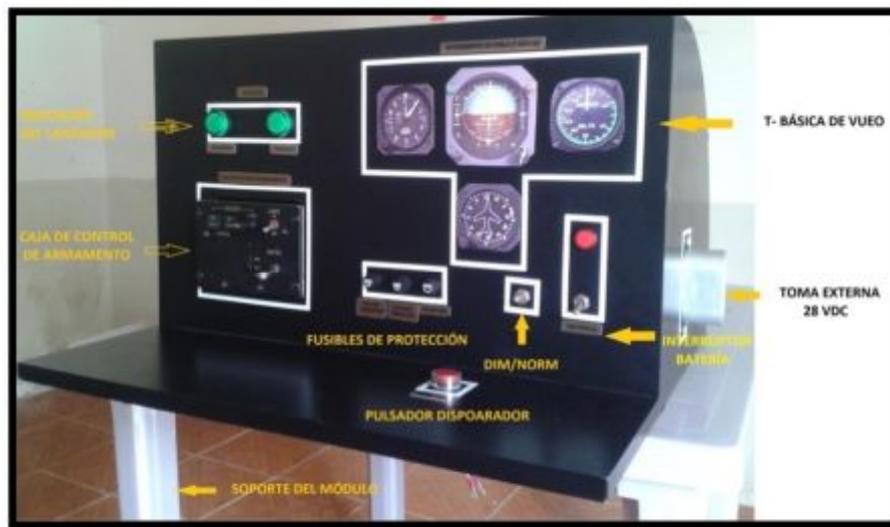


Figura 45. Proceso de identificación del panel

3.6. Construcción del arnés de conexión eléctrica

A continuación se procede a detallar los componentes del arnés de conexión eléctrica que nos servirá como un interfaz de conexión con la caja de control de armamento:

- Conector eléctrico P471, conductor eléctrico 20 WAG, pines para el cableado.



Figura 46. Componentes del arnés de conexión

- Soldar el pin con el conductor eléctrico, utilizando el cautín, estaño y la pasta de soldar para posteriormente verificar la continuidad en el proceso realizado.



Figura 47. Proceso de soldadura de los pines

- Insertar los pines en el conector eléctrico P471 previo a la función que van a cumplir al momento de conectar el arnés eléctrico en la caja de control de armamento utilizando el extractor/insertar de pines.



Figura 48. Proceso de inserción de los pines en el conector

- Colocar la protección de seguridad en el arnés eléctrico para así evitar que se puedan deteriorar los conductores eléctricos y poder utilizarlo con mayor facilidad.



Figura 49. Proceso de protección del arnés

Una vez realizado la construcción del arnés de conexión eléctrica e identificado cada conductor eléctrico a la función que va a realizar, se procede a realizar las conexiones en los componentes eléctricos del módulo didáctico utilizando los diagramas eléctricos del sistema de armamento. **(Ver figura 53 y 54).**

3.7. Diagramas eléctricos

Los diagramas eléctricos también denominados esquemas eléctricos, son representaciones dibujadas de un circuito eléctrico de modo que permita la identificación de los distintos componentes del circuito de manera sencilla y esquemática, incluyendo las conexiones de alimentación y de señal entre los distintos dispositivos.

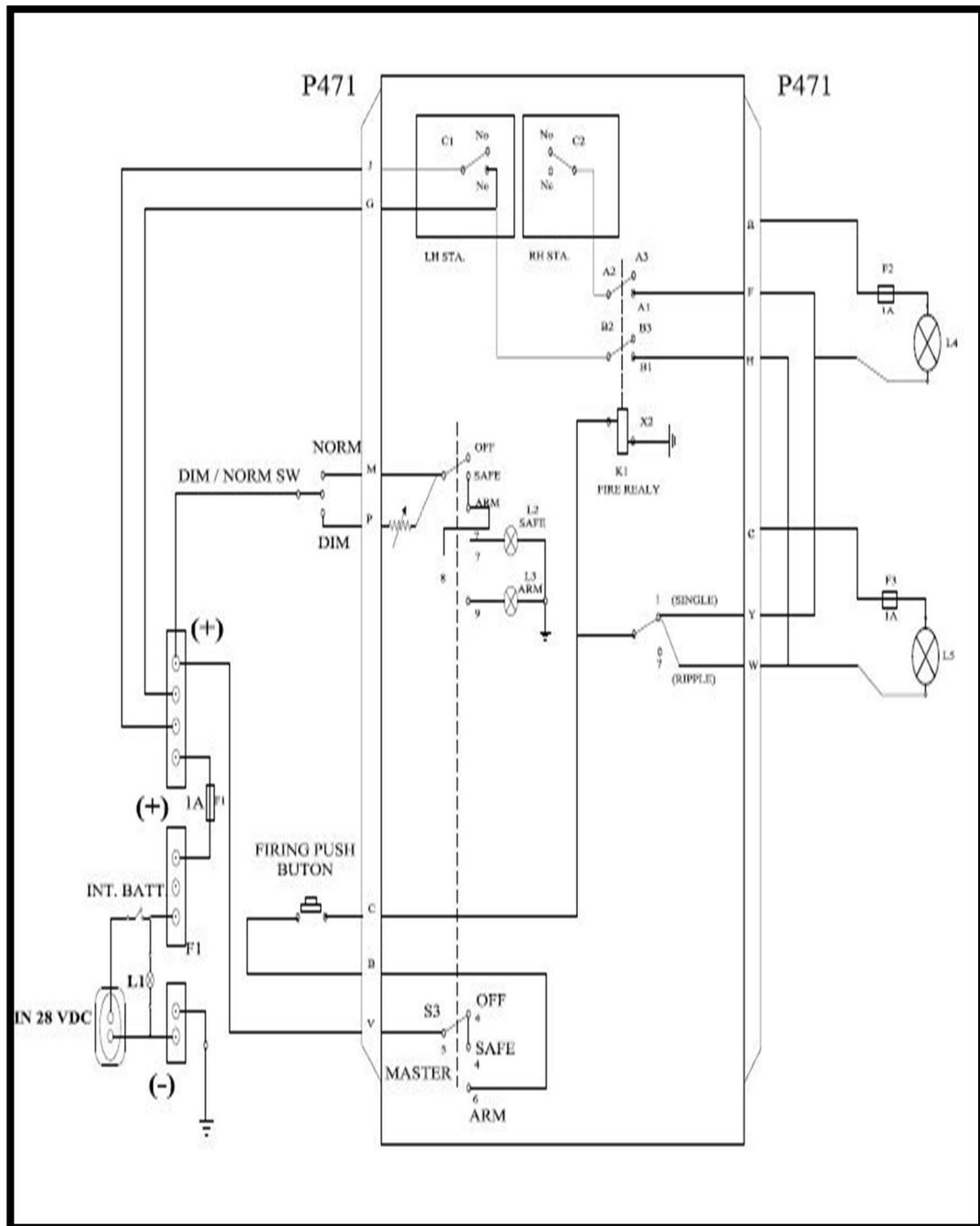


Figura 50. Diagrama del sistema eléctrico

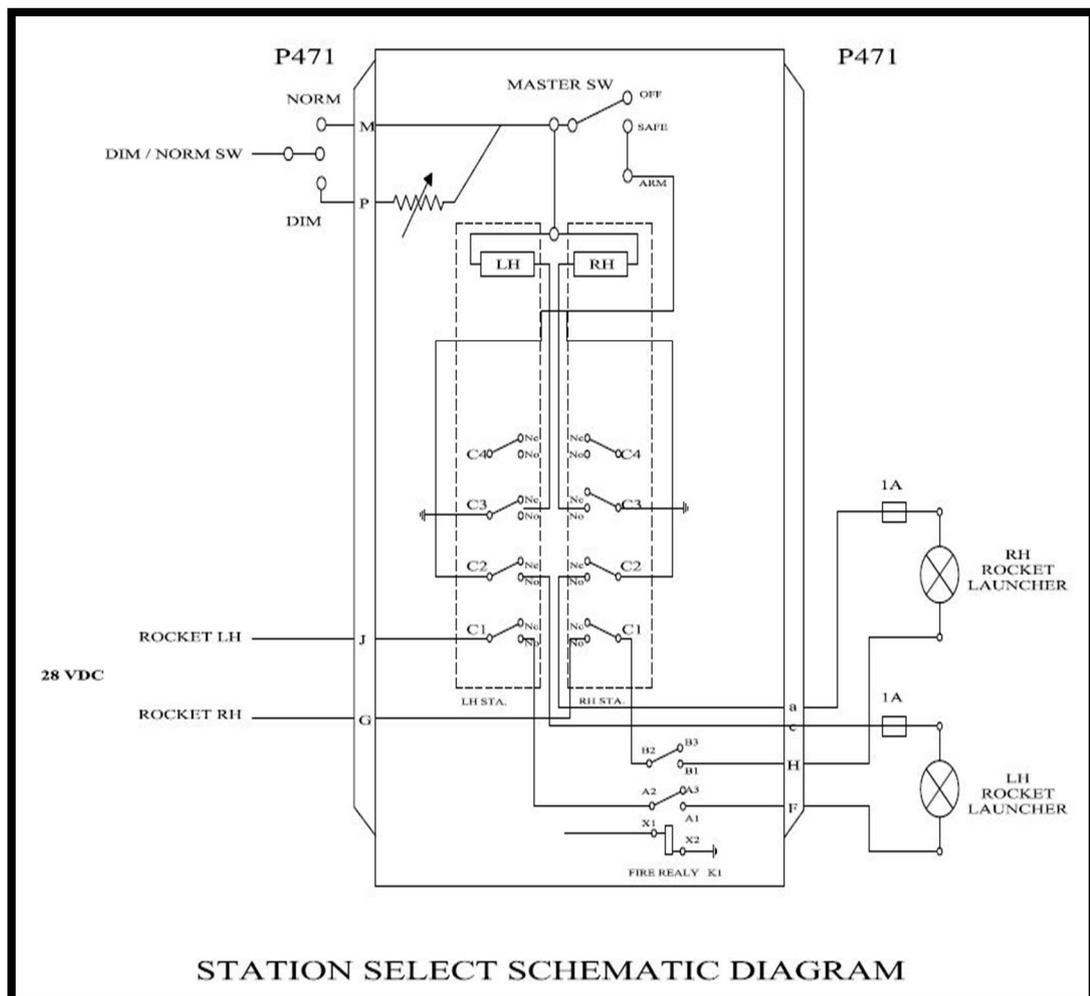


Figura 51. Diagrama esquemático del selector de estación

3.8. Conexión eléctrica de los componentes

Conectar todos los componentes eléctricos del módulo de manera que al final de la conexión podamos realizar las pruebas de funcionamiento operacional.



Figura 52. Conexión eléctrica de los componentes



Figura 53. Conexión del sistema eléctrico

3.9. Montaje del módulo didáctico del sistema de disparo de 70 mm

- Montar el panel de control eléctrico ajustándolo a la parte superior del soporte.



Figura 54. Componentes del módulo didáctico

- Ensamble final del módulo didáctico



Figura 55. Ensamble final del módulo didáctico

3.10. Pruebas de funcionamiento

Tabla 11

Pruebas de funcionamiento

PANEL DE CONTROL Y FUNCIONAMIENTO					
ORD	ACCIÓN	CHEQUEO	SI	NO	OBS.
.					
1	Verificar los interruptores del módulo y la unidad de fuente de tierra se encuentren en Off		X		S/N
2	Conectar la toma de conexión eléctrica al módulo		X		S/N
3	Generar 28 Vdc en la unidad de fuente de tierra (GPU)	Revisar que exista 28 Vdc en indicador de voltaje del (GPU)	X		S/N
4	Interruptor de batería en On	Enciende la luz roja del módulo	X		S/N
5	Interruptor Dim/Norm en Dim	Observar que aumenta la intensidad de luz en caja de control de armamento	X		S/N
6	Interruptor caja de control de armamento en Safe	Verificar que se enciende la luz verde de Safe	X		S/N
7	Seleccionar estación derecho, izquierdo o los dos a la vez	Verificar que se enciendan las luces de las estaciones	X		S/N
		Continúa			

8	Interruptor caja de control de armamento en Arm	Enciende la luz amarilla de Arm y las luces de los lanzadores	X		S/N
9	Presionar el disparador	Verificar que se apaguen las luces de los lanzadores	X		S/N
10	Interruptor caja de control de armamento en Safe		X		S/N
11	Presionar y apagar las estaciones de disparo	Verificar que se apaguen las luces de las estaciones	X		S/N
12	Interruptor caja de control de armamento en Off		X		S/N
13	Interruptor Dim/Norm	Revisar que se encuentre en la posición Norm	X		S/N
14	Interruptor de batería y de la unidad de fuente de tierra en posición Off	Observar que se apague la luz roja del módulo y de la unidad de fuente de tierra (GPU)	X		S/N
15	Desconectar la toma eléctrica del módulo		X		S/N

3.11. Pruebas operacionales

Para el funcionamiento del módulo didáctico se requiere de pruebas en cada componente eléctrico, para así evitar al final posibles errores en la

energización del sistema de disparo. Para la prueba de energización del módulo didáctico es imprescindible conectar la unidad de poder de tierra (GPU) de 28 Vdc, siendo esta la fuente de alimentación eléctrica para el correcto funcionamiento del circuito eléctrico interno del módulo. Una vez obtenida la energía necesaria procedemos a encender el sistema colocando el interruptor de batería en la posición ON, donde se encenderá la luz piloto roja de indicación de la barra de energización del sistema, posteriormente colocamos el interruptor DIM/NORM en la posición DIM en el que por medio del pin M(norm) o P(dim) del conector P471, ayudara aumentar la intensidad luminosa de la luz "SAFE" y "ARM" de la caja de control de armamento, cuando se conmuta el interruptor "MASTER" de la caja de control de armamento en la posición "SAFE" la lámpara "SAFE" se enciende, luego seleccionamos la estación de tiro mediante los interruptores tipo botón a presión que permite seleccionar la estación de lado izquierdo y del lado derecho, una vez seleccionada la estación se encenderá la luz verde "RH" y "LH" según la operación a realizar, luego se procede a seleccionar la cantidad de rockets a disparar, mediante el selector de rockets en la posición Simple (Single).

Cuando se conmuta el interruptor "MASTER" de la caja de control de armamento en la posición "ARM", la lámpara "ARM" conjuntamente con las luces de indicación de los lanzadores que se encienden, indicando que el sistema está listo para la simulación de disparo. Seguidamente, se provee 28 V al pin B del conector P471 para el interruptor (pulsador) de disparo, que proporciona la energía al relay de disparo K1 en los puntos A2, B2 como una energía en stand by, cuando se presiona el botón de disparo se genera un pulso eléctrico de 28V al pin F del conector P471 para activar el relay K1 y se realice el disparo, de esta se apagara la luz de los indicadores de los lanzadores, simulando el lanzamiento de los rockets del sistema de disparo de los lanza rockets de 70 mm.

Al finalizar el proceso de energización y simulación del lanzamiento de los rockets, procedemos a apagar el sistema realizando secuencialmente los pasos inversos a la energización, ya que si no se lo hace podría ocasionar

daños en los componentes electrónicos internos de la caja de control de armamento.

3.12. Elaboración de manuales

En el presente manual se describe los diferentes procedimientos de operación y mantenimiento del módulo didáctico del sistema de disparo los lanza rockets de 70 mm, para un correcto manejo y conservación del equipo durante su empleo. **(Ver Anexo A).**

3.12.1. Manual de operación

El siguiente manual muestra todos los procedimientos que se deben seguir para la operación del módulo didáctico del sistema de disparo de los lanza rockets 70 mm de los helicópteros de combate de la brigada de aviación del ejército.

3.12.2. Manual de mantenimiento

Este manual proporciona los cuidados preventivos que se deben dar al módulo didáctico para poder prolongar el buen funcionamiento de los elementos con los que cuenta el módulo.

3.13. Aceptación del Usuario

3.13.1. Tema

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE DISPARO DE LOS LANZA ROCKETS DE 70MM DE LOS HELICÓPTEROS DE COMBATE DE LA BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO N°15 PAQUISHA”

Para desarrollar el presente trabajo de grado tenemos un documento de aceptación emitido por el Comandante de la 15 – BAE “Paquisha”, (**Ver Anexo B**).

3.13.2. Presupuesto

El costos de este proyecto se justifican en la necesidad de implementar el módulo didáctico para la sección de Armamento Aéreo del GAE – 43 “Portoviejo”.

El presupuesto para la construcción del módulo didáctico del sistema de disparo de 70 mm para los helicópteros de combate de la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”, se cotizó para cada uno de los materiales y componentes que se utilizaron llegando así a un monto total.

3.13.3. Rubros

Para determinar el costo total de la construcción de este proyecto se tomó en cuenta los siguientes rubros:

- Costo primario (Materiales estructurales)
- Maquinaria, herramienta
- Mano de obra
- Material fungible
- Gastos secundarios (Material de Oficina)

3.13.3.1. Costo Primario

➤ Materiales Estructurales

Este rubro comprende a todos los materiales utilizados para la construcción del módulo didáctico.

Tabla 12

Lista de costos de materiales para el módulo

Material	Cantidad	Costo
Plancha de MDF de 18 mm de espesor	1 plancha	60.00 USD
Tubo cuadrado de aluminio de 1 pulgada de 2 mm de espesor, 3 m de longitud	6 m	50.00 USD
Ruedas de teflón para mueble	4	20.00 USD
Acople de aluminio	10	5.00 USD
Conector eléctrico P471 (D38999/20WE32PN)	1	40.00 USD
Pulsador	1	5.00 USD
Luz piloto	3	12.00 USD
Lámina de vinil	1 m	10.00 USD
Interruptores	2	10.00 USD
Conductor eléctrico	6 m	12.00 USD
Terminales para conductores eléctricos	20	4.00 USD
Señalética (unidades)	18	15.00 USD
Porta fusible	3	3.00 USD
Bornera	1	10.00 USD
Toma alimentación externa	1	15.00 USD
Total		271.00USD

➤ **Máquinas y Herramientas**

El siguiente rubro comprende a todas las máquinas y herramientas utilizadas para la construcción del módulo didáctico.

Tabla 13

Lista de costos de máquinas y herramientas

Máquinas/herramientas	Tiempo	Costo
Cautín	2 h.	2.00 USD
Taladro eléctrico manual	30 min.	3.00 USD
Amoladora	30 min.	5.00 USD
Escalímetro	10 min.	1.00 USD
Flexómetro	10 min.	1.00 USD
Sierra manual	1 h.	3.00 USD
Destornilladores	1 h.	1.00 USD
Brocas	1 h.	3.00 USD
Sierra redonda	30min.	3.00 USD
Disco de corte	20 min.	2.00 USD
Lima	10min.	1.00 USD
Total		25.00 USD

➤ **Mano de Obra**

El costo de la mano de obra está comprendido principalmente por la construcción del módulo.

Tabla 14

Mano de obra

Detalle	Costo
Mano de obra	100.00 USD
Total	100.00 USD

➤ **Material Fungible**

Lista que se detalla los materiales donde intervienen los materiales que no son parte constitutiva del equipo.

Tabla 15

Materiales fungibles

Material	Cantidad	Costo
Lijas	5	2.00 USD
Masking	1	1.00 USD
Mascarilla desechable	2	3.00 USD
Lápiz	2	1.00 USD
Total		7.00 USD

3.13.3.2. Costos Secundarios

El presente rubro muestra los gastos que intervienen en el desarrollo de parte teórica del proyecto de grado.

Tabla 16

Gastos secundarios

Material	Costo
Gastos de movilización	40.00 USD
Internet	30.00 USD
Fotografías	5.00 USD
Transporte.	50.00 USD
Copias e impresiones de trabajo	20.00 USD
Hojas de papel bond	10.00 USD
Empastados, Anillados y CD del proyecto	30.00 USD
Total	185.00 USD

3.13.3.3. Costo Total

El costo total de la construcción del módulo didáctico.

Tabla 17

Costo total

Designación	Costo
Materiales estructurales	271.00 USD
Maquinarias y Herramientas	25.00 USD
Mano de obra	100.00 USD
Material fungible	7.00 USD
Gastos secundarios	185.00 USD
Total	588.00 USD

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Para la realización del presente módulo didáctico se recopiló y procesó la información más relevante del sistema de lanza rockets de 70 mm del helicóptero Gazelle SA-342L que posee la Brigada de Aviación del Ejército N°15 “Paquisha” con el fin de servir como medio de consulta para los alumnos de la ETAE-15 y futuros técnicos en la especialidad de Armamento Aéreo.
- Se implementó el módulo didáctico del sistema de disparo de lanza rockets 70 mm para los helicópteros de combate, respondiendo a una necesidad planteada por los técnicos de la sección de Armamento Aéreo del GAE-43 “Portoviejo”, con el propósito de optimizar el tiempo en el proceso de aprendizaje de los futuros técnicos de mencionada sección.
- Se elaboró un manual de operación, para una correcta manipulación del mismo y de esta manera poder aplicar los conocimientos adquiridos en los equipos reales del sistema de disparo de 70 mm.
- Esté módulo será de gran utilidad dentro de la sección de Armamento Aéreo del GAE-43 “Portoviejo”, el mismo que se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento.

4.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar los manuales de mantenimiento, operación y catálogo ilustrado de partes para obtener una información autentica del sistema de disparo de 70 mm del helicóptero Gazelle SA-342 L.
- Utilizar el módulo didáctico del sistema de disparo para los fines de instrucción por los cuales fue creado.
- Se debe cumplir estrictamente los manuales de operación para un perfecto uso y funcionamiento del módulo.
- Incentivar estos proyectos para que se sigan implementando ya que son fundamentales para las tareas de mantenimiento e instrucción, los mismos que ayudan a optimizar tiempo y recursos.
- Dar las facilidades necesarias para que se pueda culminar con éxito todos los equipos, módulos didácticos y dispositivos que contribuyan con el desarrollo de la Brigada de Aviación del Ejército.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

AERONÁUTICO/A.-Conjunto de medios, como las aeronaves, las instalaciones, los servicios, el personal, etc., destinados al transporte aéreo.

ANALIZAR.- Distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos.

M

MANTENIMIENTO.- Es realizar trabajos de mantención sobre un dispositivo o equipo para mantener en óptimas condiciones de funcionamiento.

P

PROCESO.- Son los pasos ordenados a seguir para cumplir un objetivo.

S

SINTETIZAR.- Composición de un todo por la reunión de sus partes.

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

T

TÉCNICA.- Persona que posee los conocimientos especiales de una ciencia o arte.

TECNOLOGÍA.- Es el conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.

ABREVIATURAS

- **15 – BAE “PAQUISHA”**.- Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA”.
- **AET**.- Adiestramiento en el Trabajo.
- **ETAE – 15**.- Escuela Técnica de Aviación del Ejército N°15
- **GAE-43 “Portoviejo”**.- Grupo de Aviación del Ejército N° 43
- **H/C**.- Helicóptero
- **LAU**.- Lanzacohetes
- **UGT**.- Unidad de Gestión de Tecnologías
- **GPU**.- Unidad de Fuente de Tierra

BIBLIOGRAFÍA

AEROSPATIALE Helicopteres Gazelle SA-342 L. (s.f.). *Manual de Vuelo*.

EUROCOPTER. (s.f.). *Catálogo Ilustrado de partes del Helicóptero Gazelle SA-342 L*. Francia.

EUROCOPTER. (s.f.). *Manual de mantenimiento de helicóptero gazalle sa 342 L*. Francia.

Israel Aircraft Industries LTD. (s.f.). *Manual de Mantenimiento de Lanzadores LAU-7H/1*. Israel.

M., I. J. (s.f.). *Apuntes de Control Industrial* (Tercera ed.).

NETGRAFÍA

(s.f.). Recuperado el 25 de Agosto de 2014, de <http://www.ergonomia.cl/eee/ergos09.html>

(s.f.). Recuperado el 18 de Septiembre de 2014, de http://escuela2punto0.educarex.es/Ciencias/Tecnologia/taller_tec/accessible/unir/remachadora.htm

Arcelor Mittal. (s.f.). Recuperado el 05 de septiembre de 2014, de http://www.constructalia.com/espanol/productos/estructuras/tubos/tubo_estructural_rectangular_cuadrado_y_redondo#.VLidVUeG9rk

Ecuadoriano, C. d. (s.f.). Recuperado el 15 de Agosto de 2014, de <http://www.cehist.mil.ec/historia/aviacion-del-ejercito.html>

Masisa. (s.f.). Recuperado el 22 de junio de 2014, de <http://www.masisa.com/col/productos/tableros/mdf/>

Mongrafías.com. (s.f.). Recuperado el 05 de julio de 2014, de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/evaluacion-operativa-centro-manejo-materiales-hornofusion/evaluacion-operativa-centro-manejo-materiales-hornofusion.shtml>

ANEXOS