



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y
COMPUTACIÓN

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN
& AVIÓNICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN COMPROBADOR DEL
CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE
AMETRALLADORAS HMP-400, PARA LOS HELICÓPTEROS
FENNEC AS550C3 DEL GAE 43 PORTOVIEJO”.

AUTOR: CASTILLO ROMÁN JIMMY ROOSEVELT
DIRECTOR: ING. GUERRERO, LUCÍA

LATACUNGA

2015

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

Ing. Lucía Guerrero

Certifica

Que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **CBOP. DE A.E. CASTILLO ROMÁN JIMMY ROOSEVELT**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**.

Ing. Lucía Guerrero

Latacunga-Mayo 2015

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

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Jimmy Roosevelt Castillo Román

Declaro que:

El proyecto de grado titulado: “Implementación de un comprobador del circuito de disparo del sistema de ametralladoras HMP-400, para los helicópteros FENNEC AS550C3 del GAE 43 PORTOVIEJO”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

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

Jimmy Roosevelt Castillo Román

1718472663

Latacunga-Mayo 2015

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

AUTORIZACIÓN

Yo, Jimmy Roosevelt Castillo Román

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la institución, el proyecto de grado titulado “Implementación de un comprobador del circuito de disparo del sistema de ametralladoras HMP-400, para los helicópteros FENNEC AS550C3 del GAE 43 PORTOVIEJO”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Jimmy Roosevelt Castillo Román

1718472663

Latacunga-Mayo del 2015

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicarlo con mucho cariño a Cristina mi esposa y a mi hijo Juan David, quienes son la guía de mi vida, y de manera muy especial a mis padres por darme la oportunidad de venir a este mundo y contar con su apoyo incondicional que Dios me los bendiga siempre y les tenga muchos años a mi lado.

Jimmy Roosevelt Castillo Román

AGRADECIMIENTO

A nuestro padre Dios creador del universo, es por medio de el que se me permite cumplir con las metas que he trazado en mi vida. A mis padres Pedro y Esperanza, por darme la vida y preocuparse de mi bienestar, a mi esposa Cristina por su apoyo día tras día pues con su alegría llena mi vida de nuevas expectativas, al Ejército Ecuatoriano por creer en mí y darme esta oportunidad de superación personal. A la UNIVERSIDAD DE FUERZAS ARMADAS (ESPE), y a la Unidad de Gestión de Tecnologías, por darme la apertura de pertenecer a su distinguida lista de estudiantes, a la carrera de Electrónica pues sus representantes son excelentes docentes y muy buenas personas, quienes no solo me han impartido conocimientos acerca de la carrera sino también muy buenos valores y experiencias de vida pues con su ejemplo me siento motivado a seguir adelante en mi carrera profesional.

Jimmy Roosevelt Castillo Román

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN	xiv
SUMMARY.....	xv

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1	Antecedentes	1
1.2	Planteamiento del Problema	3
1.3	Justificación e Importancia	4
1.4	Objetivos	5
1.4.1	General	5
1.4.2	Específicos.....	5
1.5	Alcance	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Helicóptero FENNEC AS 550 C3.....	6
2.1.1	Introducción.....	6
2.1.2	Disposición.....	7
2.1.3	Pesos	7
2.1.4	Generación Eléctrica.....	8
2.1.4.1	Instalación Eléctrica	8
2.1.5	Dimensiones Principales.....	8
2.1.5.1	Dimensiones con Palas Plegadas:.....	9
2.1.6	Limitaciones de Operación.....	10
2.1.7	AS 550 C3 Capacidades de Armamento.....	10
2.1.7.1	Lanza Rockets.	10
2.1.7.2	Sistema de Ametralladoras HMP-400	10
2.2	HMP-400 Ametralladora en Contenedor.....	11
2.2.1	Introducción.....	11
2.2.2	Descripción	12
2.2.3	Datos técnicos.....	13
2.2.3.1	Dimensiones de la HMP 400.....	13
2.2.3.2	Pesos completos de la HMP-400	14
2.2.3.3	Dimensión Del HMP-400 sin Ametralladora M3P.....	14
2.2.3.4	Dimensiones y peso de la ametralladora M3P	14
2.2.3.5	Peso de la munición calibre .50 (12,7 mm x 99mm)	15
2.3	El contenedor.....	15
2.3.1	Descripción del contenedor.....	15
2.3.2	Descripción del grupo canal de alimentación.....	17

2.3.3	Descripción de la caja de munición.....	17
2.3.4	Datos técnicos.....	17
2.4	Ametralladora M3P Calibre .50 (12,7 mm* 99 mm).....	18
2.4.1	Características	18
2.4.2	Características Estáticas.....	18
2.4.3	Dimensiones	18
2.4.4	Fuentes Internas de Energía.....	19
2.5	PC 17 (Control del Contenedor de la Ametralladora).....	19
2.5.1	Descripción	19
2.5.3	Funciones principales	20
2.6	Advertencias y Precauciones de Seguridad.....	23
2.6.1	Advertencias y precauciones generales HMP-400.....	23
2.6.2	Advertencias y precauciones aplicadas a la ametralladora M3P.	24
2.7	El Atmega 8.....	25
2.8	Módulo LCD	26

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400

3.1	Introducción.....	29
3.2	Implementación del módulo comprobador del circuito de disparo de las ametralladoras HMP-400.....	30
3.2.1	Elección de los componentes.....	30
3.2.2	Diseño del comprobador del circuito de disparo.	30
3.2.2.1	Elaboración de la fuente de alimentación de 5V.	31
3.2.2.2	Programación del Atmega 8.....	33

3.2.2.3	Elaboración del circuito medidor de voltaje de disparo.	36
3.2.3	Implementación de la placa electrónica del circuito comprobador de disparo.	38
3.2.4	Armado del proyecto.	43
3.3	Operación del equipo.	44
3.4	Pruebas de funcionamiento.....	45
3.5	Instructivo de operación.	47

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	CONCLUSIONES	59
4.2	RECOMENDACIONES	59
	ABREVIATURAS	60
	GLOSARIO	61
	BIBLIOGRAFÍA.....	62
	ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de la HMP-400.....	13
Tabla 2. Pesos de la HMP-400	14
Tabla 3. Dimensiones de la HMP-400 sin Ametralladora M3P	14
Tabla 4. Voltaje de disparo de la HMP.....	45
Tabla 5. Prueba N° 1.....	46
Tabla 6. Prueba N° 2.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Helicóptero FENNEC AS 550 C3.....	6
Figura 2. Dimensiones Longitudinales	8
Figura 3. Dimensiones de rotación y laterales	9
Figura 4. Dimensiones con palas plegadas	9
Figura 5. Lanza Rockets	10
Figura 6. FN HERSTAL HMP-400 LCC	11
Figura 7. HMP-400 LCC.....	11
Figura 8. Ametralladora HMP-400.....	16
Figura 9. PC-17.....	19
Figura 10. Atmega 8.....	25
Figura 11. Distribución de pines del Atmega 8.....	26
Figura 12. LCD 16x4.....	27
Figura 13. Conexiones obligatorias para un módulo LCD.....	28
Figura 14. Fuente de alimentación.....	31
Figura 15. Simulación del funcionamiento de la fuente de alimentación.....	32
Figura 16. Diagrama de pines LM7805.....	33
Figura 17. Espacio de trabajo de BASCOM AVR.....	36
Figura 18. Esquema del medidor de voltaje.....	37
Figura 19. Simulación del funcionamiento del medidor de voltaje.	37
Figura 20. Ruteado de las pistas de la PCB	38
Figura 21. Circuito comprobador de voltaje	39
Figura 22. Circuito y baquelita	39
Figura 23. Marcado del contorno de la placa.....	40
Figura 24. Lijado de los bordes de la placa.....	40
Figura 25. Transferencia térmica del circuito a la placa de cobre.....	41
Figura 26. Reducción del cobre de la placa.....	41
Figura 27. Taladro.....	42
Figura 28. Soldadura de los elementos.....	42
Figura 29. Placa terminada	43
Figura 30. Fijado del LCD.	44

Figura 31. Vista lateral	44
Figura 32. Voltaje de disparo del helicóptero FENNEC E-384	46
Figura 33. Voltaje de disparo helicóptero FENNEC E-385.....	47

RESUMEN

El poder bélico militar de los ejércitos del mundo rige el destino de sus naciones y mantiene intangible la soberanía de sus territorios. Es por esta razón que el Ejército ecuatoriano a través del gobierno de la República del Ecuador se ha ido fortaleciendo en los últimos años mediante el adiestramiento de su personal en los diferentes campos en los cuales se desempeña nuestro glorioso Ejército, y mediante la adquisición de nuevas tecnologías y armamento, también es importante mencionar la adquisición de nuevos helicópteros. Es por esta razón que se ha realizado el presente trabajo de investigación, un comprobador del circuito de disparo fácil de manejar y de transportar, para el mejoramiento de las operaciones tácticas de la Aviación del Ejército en lugares dentro de nuestros límites fronterizos, así como también un mejoramiento en la utilización del tiempo de comprobación del sistema de ametralladoras HMP-400, armado en el helicóptero FENNEC por parte del personal Técnico y también disminuir el equipo necesario para el empleo de este sistema. Así también este comprobador servirá como material de instrucción para el personal de Técnicos de Armamento Aéreo que se encuentran en las diferentes unidades de la Aviación del Ejército. También se realizará una lista de chequeos para el empleo, la cual servirá como apoyo a las operaciones con helicópteros artillados en el terreno, en lugares inhóspitos de nuestro país donde no se dispone de energía eléctrica y el único material de apoyo serán los manuales y el comprobador del circuito de disparo del sistema de ametralladoras HMP 400 perteneciente al helicóptero AS550C3 "FENNEC".

PALABRAS CLAVE:

TERRITORIO

AVIACIÓN

EJÉRCITO

HELICÓPTERO

ARMAMENTO AÉREO

AMETRALLADORA

SUMMARY

The military firepower of armies in the world governed the destiny of their nations and has intangible sovereignty of their territories. Is for this reason that the Ecuadorian army through the government of the Republic of Ecuador has been strengthened in recent years by training its staff in the various fields in which our glorious army plays, and through the acquisition of new technologies and weapons, it is also important to mention the acquisition of new helicopters. Therefore I am about to make the following research, which count with a tester circuit easy shot so and transport, to improve tactical operations of Army Aviation in inhospitable places of our border limits as well as an improvement in the use of time checking system HMP-400 machine guns, armed in the helicopter FENNEC by staff of technicians, and also decrease the need for the use of this computer system. So this tester also serve as training material for the technical staff of air weapons that are in different units of Army Aviation. Taking into account a list of checks for employment, which will serve as operations support helicopter gunships in terrain, inhospitable places in our country where there are no electricity and the only support materials also conduct are manuals are available and said circuit tester system trigger guns HMP 400 helicopter belonging to AS 550 C3 "FENNEC".

KEY WORDS

TERRITORY

AVIATION

ARMY

HELICOPTER

AIR ARMAMENT

MACHINE GUN

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

Desde la creación de la Aviación del Ejército, el Estado ecuatoriano ha adquirido aviones y helicópteros de transporte y de tipo militar lo cual ha llevado al crecimiento de esta noble institución y de nuestra patria.

Con la creación del SAE (Servicio Aéreo del Ejército) y la Aviación del Ejército, paralelamente, nació el mantenimiento de aeronaves. Progresivamente, se incrementó el personal y los medios en esta área técnica, para lo cual la Aviación del Ejército formó un Centro de Mantenimiento capacitado para desarrollar trabajos, incluso del IV Escalón, autorizados por el fabricante.

Dentro de los principales campos técnicos de mantenimiento que se desarrollan en el CEMAE (Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército), se encuentran:

- Inspección mayor de Helicóptero Súper Puma, Puma, Lama y Fennec.
- Mantenimiento profundo de motores Makila, Turmo, Artouste, Astazou, Ariel.
- Mantenimiento estructural de helicópteros y aviones
- Reparaciones de conjuntos mecánicos
- Mantenimiento de sistemas hidráulicos
- Mantenimiento especializado en electrónica y aviónica

Para realizar todos estos trabajos, el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército (CEMAE) dispone de personal especializado, equipos y bancos de prueba necesarios. Lleva a cabo un mantenimiento adecuado y responsable, que deriva en la eficiencia y seguridad de las operaciones

aéreas. Se cumple con estos trabajos de mantenimiento, de igual manera, para aviones bimotores, medianos y livianos, con la diferencia que el mantenimiento avanzado se realizaba en los Grupos de Aviación del Ejército “PICHINCHA” y “PASTAZA”, respectivamente, y en condiciones óptimas.

En cuanto a los helicópteros de combate y misiones de defensa, el GAE-43 “PORTOVIEJO”, ubicado en la provincia de Manabí, en el cantón Portoviejo, este grupo perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército moviliza su contingente continuamente hacia los límites fronterizos llevando a cabo operaciones de defensa externa del territorio ecuatoriano.

Es en este reparto militar donde se encuentra la sección de armamento aéreo la cual cumple un papel importantísimo para el desarrollo de misiones de combate y apoyo de combate, esta especialidad se dedica al manejo, montaje, desmontaje, mantenimiento y armonización de los sistemas de arma instalados en helicópteros de combate y de la munición que utilizan mencionados sistemas de arma.

Formando parte de estos sistemas, se encuentra el sistema de ametralladoras HMP-400 instalado en el helicóptero **FENNEC AS 550 C3**. La implementación de un comprobador del circuito de disparo de este sistema de arma, es de gran importancia para la sección de armamento aéreo ya que mejorara notablemente el desempeño de las operaciones del **GAE-43 “PORTOVIEJO”**, y por ende de la Brigada de Aviación del Ejército **15-BAE “PAQUISHA”**.

Hasta el momento no se ha realizado ningún trabajo de investigación que permita la comprobación segura del sistema de armas del helicóptero FENNEC, tomando en cuenta que tanto la aeronave como sus sistemas de armamento han sido adquiridos recientemente.

1.2 Planteamiento del Problema

El GAE-43 "PORTOVIEJO", perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército, dirige operaciones con helicópteros de combate para misiones de defensa y vigilancia de los límites fronterizos del país ha generado también la utilización de sistemas de arma, como es el caso del sistema de ametralladoras HMP-400 instalado en el helicóptero **FENNEC AS 550 C3**.

El cumplimiento de misiones con la aeronave antes mencionada, obliga al personal de Armamento Aéreo a movilizarse junto con la aeronave a lugares inhóspitos de la geografía, es aquí donde se necesita instalar el sistema de arma, y se requiere estar seguros de su efectividad para llevar a cabo el disparo de las ametralladoras.

El personal de técnicos de Armamento Aéreo al encontrarse en el terreno no dispone de la herramienta necesaria para la verificación del funcionamiento del sistema de arma, como son bancos de prueba y aparatos de comprobación, por lo tanto, corre el riesgo de un disparo no deseado del arma, poniendo en peligro al personal en tierra, así también puede ocurrir que el arma no dispare en vuelo durante la misión, y regrese amunicionada o encasquillada, poniendo en peligro al personal de técnicos de Armamento Aéreo y a la ciudadanía. Además de generar inseguridad en la operación de este sistema también se generan daños estructurales en el arma, daños en el sistema eléctrico tanto del arma como de la aeronave.

Tomando en cuenta que se puede generar daños irreparables al personal de técnicos de Armamento Aéreo, incluso hasta la muerte, la implementación de un comprobador del circuito de disparo del sistema de ametralladoras HMP-400, instaladas en el helicóptero FENNEC AS 550 C3, constituirá un aporte importantísimo a la sección de Armamento Aéreo, y por ende mejorará el desempeño de las operaciones del GAE-43 "PORTOVIEJO", en apoyo a la misión de la brigada aérea 15-BAE "PAQUISHA", manteniendo el compromiso de defender la heredad territorial, y el bienestar del pueblo ecuatoriano.

1.3 Justificación e Importancia

El pertenecer a la noble institución militar, en especial el formar parte de esta gran familia llamada Aviación del Ejército, tengo el honor de ser parte de la sección de Armamento Aéreo, sección que es la razón de ser de la gloriosa arma de Aviación del Ejército, y que gracias al esfuerzo constante y desinteresado de sus integrantes han logrado repeler infiltraciones de grupos armados irregulares en las fronteras, esto motiva a la realización de este trabajo, ya que mediante el mismo se logrará reducir el riesgo al momento del empleo del sistema de ametralladoras HMP-400, por ende mejorará la seguridad de las operaciones del GAE-43 "PORTOVIEJO", y reducirá la cantidad de personal necesario para la operación de este sistema de arma, logrando que no sean tan repetitivas las ausencias del personal militar en las unidades de la 15-BAE "PAQUISHA", así como también en sus hogares.

Además se logrará reducir el riesgo de un disparo ocasional o un encasquillamiento del arma, obteniendo como resultado un disparo efectivo, la consolidación de los objetivos del GAE-43 "PORTOVIEJO", y el cumplimiento de la misión de la 15-BAE "PAQUISHA".

Este trabajo está orientado a mejorar la efectividad del empleo de los sistemas de arma, por parte del personal de técnicos de armamento aéreo, debido a que además de comprobar el funcionamiento de la ametralladora ya instalada, el técnico podrá saber realmente si el arma esta energizada y el valor del voltaje real que llega desde la aeronave hasta el arma al realizar el disparo, de esta manera se ayuda al técnico a tomar la decisión segura de emplear el arma, o desmontarla y llevarla a mantenimiento.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Implementar un comprobador del circuito de disparo del sistema de ametralladoras HMP-400, mediante la utilización de un circuito lógico que permita sensar el valor de voltaje de disparo de dicho sistema, para el empleo en helicópteros de combate del GAE-43 "PORTOVIEJO".

1.4.2 Específicos

- Indagar información técnica que permita seleccionar los materiales para la realización del comprobador del circuito de disparo del sistema de ametralladoras HMP-400.
- Diseñar un circuito electrónico que facilite la medición del voltaje de disparo del sistema de ametralladoras HMP-400.
- Implementar un módulo de comprobación del circuito de disparo de las ametralladoras HMP-400.
- Elaborar un instructivo para el empleo del comprobador del circuito de disparo siguiendo los procedimientos del manual de operación de la HMP-400 descritos para el empleo y operación del sistema de arma.

1.5 Alcance

Este comprobador está dirigido a los Técnicos de la especialidad de Armamento Aéreo pertenecientes a la Aviación del Ejército Ecuatoriano, que se encuentran en empleo táctico en los límites fronterizos de Ecuador, como también para el personal de técnicos de dicha especialidad que se encuentran en las diferentes unidades de la 15 BAE "PAQUISHA", convirtiéndose de esta manera en una excelente herramienta de apoyo al desempeño táctico de las operaciones de defensa realizadas por la Aviación del Ejército, permitiendo también mejorar la eficiencia profesional del personal de técnicos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Helicóptero FENNEC AS 550 C3.



Figura 1. Helicóptero FENNEC AS 550 C3

Fuente: (AIRBUS HELICOPTERS, FENNEC AS 550 C3 General Manual, 2013)

2.1.1 Introducción:

El FENNEC AS 550 C3 se deriva de la versión civil ECUREUIL AS 350 B3. Tiene ventajas reconocidas por ser este un helicóptero ligero, con un estado de la tecnología más avanzada, los bajos costos de operación, mantenimiento fácil desempeño y comodidad. El FENNEC AS 550 C3 está equipado con el potente motor Turbomeca Arriel 2, regulado electrónicamente por un doble canal FADEC (Full Authority Digital Engine Control), respaldado por un tercer sistema de control independiente. Los beneficios del piloto VEMD (*Vehicle and Engine Multifunction Display*) en el

panel de instrumentos, una nueva generación de servicios integrados de instrumentación que le permite ver de un vistazo el vehículo principal y los parámetros del motor en una pantalla dual LCD sintético. Ofrece también la posibilidad de volar con visores nocturnos. El AS 550 C3 es monomotor, la versión multiuso de la Familia FENNEC. Es el mejor compromiso entre la capacidad de transporte y operatividad en su categoría. Su bajo costo de operación hace que sea una herramienta de formación extraordinaria. Este helicóptero es especialmente adecuado para climas calientes y altitudes elevadas, donde su alto nivel de rendimiento está resaltado. Además de su alta maniobrabilidad y sobresaliente agilidad, el FENNEC AS 550 C3 demuestra ser una plataforma estable de disparo, y se puede equiparlos con armas no guiadas (lanzadores de cohetes, y ametralladoras) o con misiles. (AIRBUS HELICOPTERS, FENNEC AS 550 C3 General Manual, 2013)

2.1.2 Disposición:

- **Transporte de pasajeros:**
 - 1 piloto y 5 pasajeros en la versión estándar.
 - 1 piloto y 4 pasajeros en la versión confort.
- **Evacuación de Accidentes:**
 - 1 piloto más camilla del paciente y dos doctores.
- **Transporte de carga:**
 - 1 piloto más 3m³ de carga en la cabina.

2.1.3 Pesos

Nota: precisión del peso en vacío del ±2%

- | | |
|--|---------|
| ➤ Peso vacío de aeronave estándar | 1265 Kg |
| ➤ Carga útil | 985 Kg |
| ➤ Peso máximo de carga | 2250 Kg |
| ➤ Peso máximo de eslinga de carga | 1400 Kg |
| ➤ Peso máximo en configuración de carga externa | 2800 Kg |
| ➤ Peso máximo operacional con armas externas desprendibles | 2450 Kg |

2.1.4 Generación Eléctrica

- 1 Motor turbina “TURBOMECA ARRIEL 2B”

2.1.4.1 Instalación Eléctrica

- Un generador de arranque de 150 A, 28 V DC.
- Una batería de Níquel-Cadmio de 15 A / h.
- Una toma de tierra.
- Tres luces de posición (LED)
- Una luz intermitente anti-colisión (LED).
- Una luz de aterrizaje derecha fijo.
- Una luz de aterrizaje izquierda (regulable y orientable en altura y azimut).
- Dos luces de cabina.
- Iluminación integrada en la consola central.
- Un giro de emergencia y luz de lectura de mapas.
- Una luz regulable y NVG de lectura de mapas a un lado de consola central.
- Paneles de interruptores de cabina de vuelo.
- Una toma de corriente de 28 V DC, en la cabina.
- Dos tomas externas de, 28 V DC.

2.1.5 Dimensiones Principales

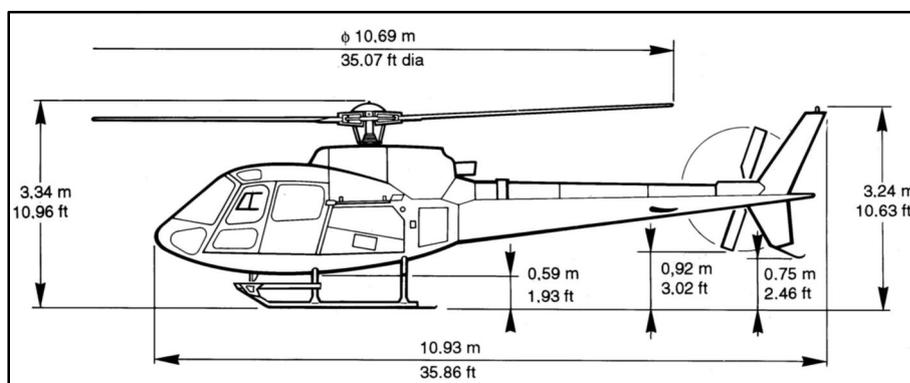


Figura 2. Dimensiones Longitudinales

Fuente: (AIRBUS HELICOPTERS, FENNEC AS 550 C3 General Manual, 2013)

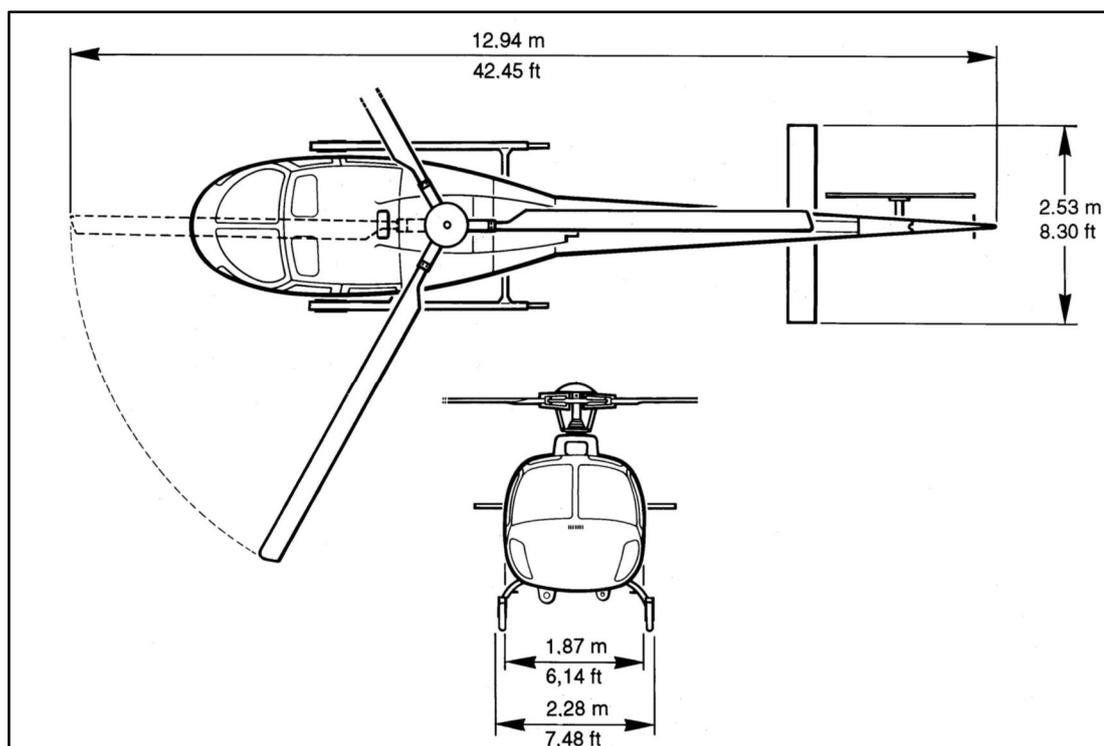


Figura 3. Dimensiones de rotación y laterales

Fuente: (AIRBUS HELICOPTERS, FENNEC AS 550 C3 General Manual, 2013)

2.1.5.1 Dimensiones con Palas Plegadas:

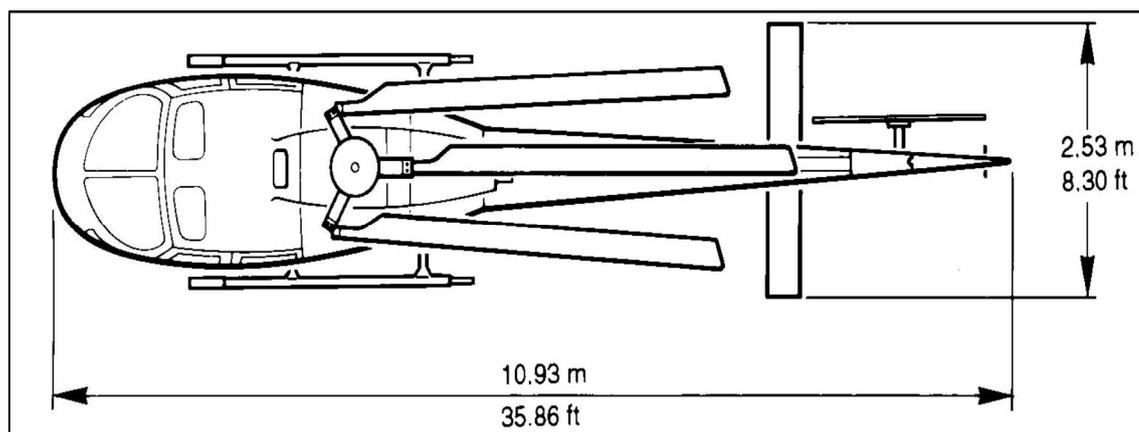


Figura 4. Dimensiones con palas plegadas

Fuente: (AIRBUS HELICOPTERS, FENNEC AS 550 C3 General Manual, 2013)

2.1.6 Limitaciones de Operación

El helicóptero está autorizado a operar dentro de las siguientes limitaciones de altitud y temperatura.

- Altitud máxima de operación: 7.010 m - 23.000 pies.
- Temperatura máxima: ISA + 35 ° C se limitan a + 50 ° C
- Temperatura mínima: - 40 ° C

2.1.7 AS 550 C3 Capacidades de Armamento

2.1.7.1 Lanza Rockets.



Figura 5. Lanza Rockets

Fuente: (AIRBUS HELICOPTERS, FENNEC AS 550 C3 General Manual, 2013)

2.1.7.2 Sistema de Ametralladoras HMP-400

- FN Herstal calibre 12,7 mm HMP-400, sistema de arma en estación multipropósito.



Figura 6. FN HERSTAL HMP-400 LCC

Fuente: (AIRBUS HELICOPTERS, FENNEC AS 550 C3 General Manual, 2013)

2.2 HMP-400 Ametralladora en contenedor

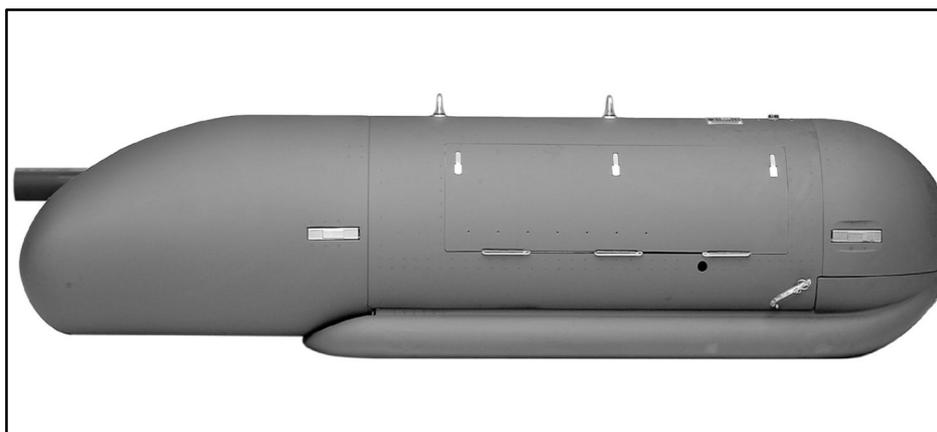


Figura 7. HMP-400 LCC

Fuente: (FN HERSTAL, HMP-400 Maintenance General Manual, 2014)

Nota: Las ilustraciones y descripciones de esta ametralladora han sido tomadas y traducidas del manual de dicho armamento editado por FN HERSTAL industries que es su casa fabricante.

2.2.1 Introducción

La información aquí presentada es necesaria para la identificación de la ametralladora HMP-400 y es propiedad de FN HERSTAL.

2.2.2 Descripción

La ametralladora HMP-400, ha sido diseñada especialmente para uso en contenedores ligeros es un sistema de arma que contiene vainas de ametralladora calibre M3P, 0.50 plg. ó (12,7 x 99) mm.

La ametralladora HMP está disponible en 4 versiones:

- HMP LC (Colector de eslabones)
- HMP LCC (Caja colector de eslabones)
- HMP LC-GFH (Colector de eslabones-efecto explosión guiada “Flash Hider”)
- HMP LCC-GFH (Caja colector de eslabones-efecto explosión guiada “Flash Hider”).

La OTAN establece orejas de sujeción estándar de 14 pulgadas, en la parte superior del contenedor permiten una instalación rápida e interoperabilidad mientras que la abertura frontal en el contenedor permite el paso de la barrica con flash-hider incorporada a la ametralladora. El calibre de la ametralladora M3P se ha fijado a un montaje flexible que atenúa las fuerzas de retroceso mientras que un dispositivo bore-sighting especial garantiza que la ametralladora se pueda ajustar según el eje óptico del cabezal de vista cabina. La ametralladora M3P así como su sistema de alimentación, que comprende una munición extraíble en una caja con un cinturón de alimentación con cartuchos, puede ser configurado, ya sea para la mano derecha o izquierda. Un 'control remoto' especial de martillo permite al piloto (a través de comandos de la cabina) el armado de la ametralladora o para ponerla en las condiciones de seguridad. Al disparar, la recolección /expulsión de los eslabones y los casquillos vacíos (y algunos cartuchos activos) depende de la versión de la ametralladora HMP. En el caso de la LC HMP y el HMP LC-GFH, los eslabones se recogen en un carenaje especial colector, siempre por debajo del contenedor mientras que las vainas vacías (y algunos cartuchos activos) son expulsados a través de una abertura en la

parte inferior del contenedor. En el caso de la LCC HMP y el HMP LCC GFH, tanto los eslabones y los cartuchos vacíos (y algunos cartuchos activos) se recogen en un colector con ductos especiales y cajas previstas debajo del contenedor. Si a la ametralladora se le ha proporcionado un control opcional PC16 o PC17, un contador informa permanentemente al piloto sobre la cantidad de cartuchos que quedan en el contenedor. Para el LC HMP y la LCC HMP, la ametralladora M3P (con cañón de liviano) ha sido proporcionada con un estándar de Hider. Para el LC-HMP GFH y el HMP LCC-GFH, la ametralladora M3P (con cañón pesado) se ha proporcionado un efecto de ráfaga especial guiada flash-Hider.

A menos que se especifique lo contrario, todos los apartados de este manual de instrucciones se aplican a las 4 versiones de HMP. (FN HERSTAL, HMP-400 Maintenance General Manual, 2014).

2.2.3 Datos técnicos

2.2.3.1 Dimensiones de la HMP 400

Tabla 1

Dimensiones de la HMP-400

	HMP400 LC	HMP400 LCC	HMP400 LC-GFH	HMP400 LCC-GFH
Longitud total:	1.940 mm	1.940 mm	2,145 mm	2,145 mm
Ancho:	410 mm	410 mm	410 mm	410 mm
Altura:	410 mm	450 mm	450 mm	450 mm

Fuente: (FN HERSTAL, HMP-400 Maintenance General Manual, 2014)

2.2.3.2 Pesos completos de la HMP-400

Tabla 2

Pesos de la HMP-400

TIPO DE CONTENEDOR	HMP400 LC	HMP400 LCC	HMP400 LC-GFH	HMP400 LCC-GFH
Caja de municiones vacío	86,5kg	88,0 kg	88,0 kg	89,5 kg
Caja completa de municiones	138,5kg	140,0 kg	140,0 kg	141,5 kg
Después de haber disparado.	94,0 kg	116,5 kg	95,5 kg	118,0 kg

Fuente: (FN HERSTAL, HMP-400 Maintenance General Manual, 2014)

2.2.3.3 Dimensión Del HMP-400 sin Ametralladora M3P

Tabla 3

Dimensiones de la HMP-400 sin Ametralladora M3P

	HMP 400 LC	HMP 400 LCC	HMP 400 LC-GFH	HMP 400 LCC-GFH
Longitud	1,907mm	1,907mm	1,907 mm	1,907 mm
Ancho	410 mm	410 mm	410 mm	410 mm
Altura	410 mm	450 mm	410 mm	450 mm

Fuente: (FN HERSTAL, HMP-400 Maintenance General Manual, 2014)

2.2.3.4 Dimensiones y peso de la ametralladora M3P

➤ **Longitud:**

- Con el estándar flash Hider: 1.800 mm
- Con efecto explosión guiada flash Hider: 2.009 mm

➤ **Pesos:**

- Con el estándar flash Hider: 37,2 kg
- Con efecto explosión guiada flash Hider: 39,0 kg

2.2.3.5 Peso de la munición calibre .50 (12,7 mm x 99mm)

- Peso total de 400 cartuchos: 44,8 kg
- Peso total de 400 eslabones: 7,2 kg
- Peso total de una cinta de cartuchos con eslabones: 52,0 kg

2.3 El contenedor

El contenedor HMP ha sido diseñado para alojar la ametralladora M3P de calibre punto cincuenta de pulgada, una cuna elástica y un grupo de sistema de rearme. El contenedor incluye:

- Parte central (estructura principal)
- Grupo de carenaje frontal y trasero
- Grupo colector de vainas
- ABA (Grupo Caja de Adaptación)
- Puertas laterales
- Dispositivo de armonización
- Grupo canal de alimentación
- Grupo caja de munición

2.3.1 Descripción del contenedor

El contenedor ha sido fabricado en torno a una estructura en la que ha sido remachada la cubierta externa, fijado el dispositivo de armonización y las correderas para el grupo colector de vainas. Los carenajes se localizan y fijan sobre la estructura principal mediante pestillos.

El carenaje frontal cubre las correderas y pasadores de localización de la caja de munición. El soporte frontal de la ametralladora M3P, los ojales para el carenaje frontal están localizados en la estructura frontal de la estructura principal. Los ojales para el carenaje trasero están fijos en la estructura trasera. Los carenajes frontal y trasero están reforzados en poliéster, contando cada uno de ellos con 2 pestillos y 2 pasadores de centrado. El grupo colector de vainas, fabricado en poliéster reforzado, esta acerrojado por debajo del contenedor con 2 pasadores de cierre.

- ABA (Grupo Caja de Adaptación)
 - ✓ Asegura la transferencia de señales de piloto (armado, orden de disparo, orden de seguridad) a la ametralladora y en el caso que la aeronave esté equipada con un panel de recuento de proyectiles también asegura la transferencia de señales de la ametralladora al piloto.
 - ✓ Permite determinar el tipo de Pod.

Las puertas laterales son amovibles, estando una de ellas equipada con un colector de eslabones igualmente amovible.

El dispositivo de armonización permite ajustar la posición de la ametralladora en elevación y en acimut ($\pm 45^\circ$).

Una caja de munición amovible que puede llenarse con una cinta de 250 cartuchos montados sobre eslabones M9. (FN HERSTAL, HMP-400 Operator's Manual, 2014)

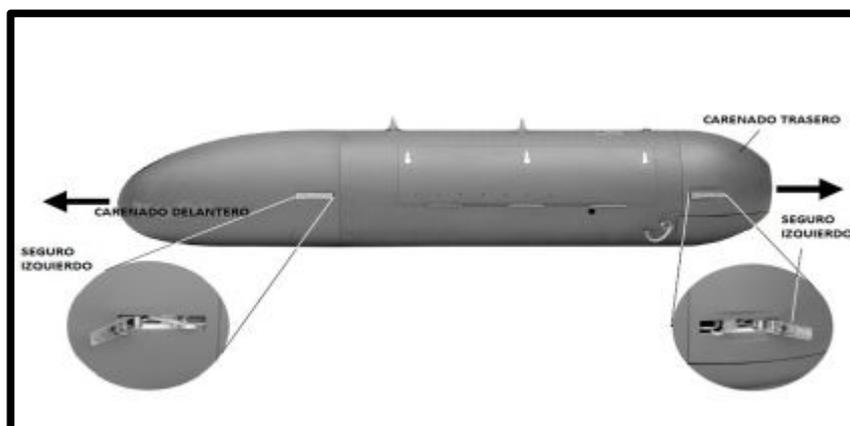


Figura 8. Ametralladora HMP-400

Fuente: (FN HERSTAL, HMP-400 Operator's Manual, 2014)

2.3.2 Descripción del grupo canal de alimentación

El grupo canal de alimentación conduce la cinta de munición desde el cargador y se dirige desde la caja de munición hasta la ametralladora.

El grupo canal de alimentación puede instalarse en el lado derecho o en el izquierdo del contenedor HMP. (FN HERSTAL, HMP-400 Operator's Manual, 2014)

2.3.3 Descripción de la caja de munición

La caja de munición ha sido diseñada para contener 250 cartuchos eslabonados y permite la alimentación del arma por la derecha e izquierda.

Está fijada mediante dos pasadores de cierre. (FN HERSTAL, HMP-400 Operator's Manual, 2014)

2.3.4 Datos técnicos

➤ Contenedor:

➤ Longitud total	1810 mm
➤ Diámetro	410 mm
➤ Peso	45 Kg
➤ Distancia entre enganches	14"
➤ Velocidad máxima	0,75 mach

➤ Caja de munición:

➤ Longitud	653 mm
➤ Anchura	149,5 mm
➤ Altura	273,5 mm
➤ Capacidad máxima	250 cartuchos
➤ Peso vacío	8,55 Kg
➤ Peso con cinta de 250 cartuchos	41,05 Kg

2.4 Ametralladora M3P Calibre .50 (12,7 mm* 99 mm)

2.4.1 Características

➤ Alcance teórico	6500 metros.
➤ Alcance práctico	1850 metros
➤ Sistema de puntería	Mira fija
➤ Capacidad por arma	400 cartuchos
➤ Capacidad por helicóptero	800 cartuchos
➤ Calibre	12,7 mm.
➤ Fabricación	Belga
➤ Velocidad inicial del proyectil	865 m/seg.

2.4.2 Características Estáticas

➤ Dos contenedores de ametralladoras	176 Kg.
➤ Munición eslabonada con eslabones M9	104 Kg.
➤ Peso total de la instalación sin munición	176 Kg.
➤ Peso total de la instalación con munición	280 Kg.
➤ Caja de munición vacía	8,55 Kg
➤ Caja de munición de 400 cartuchos	61,27 Kg
➤ Peso total de los eslabones M9 cerrados	7,2 kg

2.4.3 Dimensiones

➤ Largo del contenedor	1940 mm.
➤ Ancho del contenedor	410 mm.
➤ Alto del contenedor	450 mm.
➤ Largo de la caja de munición	653 mm.
➤ Ancho de la caja de munición	149,5 mm.
➤ Alto de la caja de munición	273,5 mm.

2.4.4 Fuentes Internas de Energía

- Red continúa de abordo 28 Vcc.

2.5 PC 17 (Control del Contenedor de la Ametralladora)

2.5.1 Descripción

El control PC 17 (Figura 9) controla las ametralladoras en contenedor de FN Herstal instaladas en helicópteros y aeronaves subsónicas.

El PC 17 alberga una sola unidad, conectada al contenedor, el MAS (Master Arm Switch) es parte de la caja del selector del arma así como el FN BT14 los cuales se conectan con las ametralladoras en contenedor HMP-400 mediante un arnés eléctrico. (FN HERSTAL, PC-17 General Manual, 2014)



Figura 9. PC-17

Fuente: (FN HERSTAL, PC-17 General Manual, 2014)

2.5.2 SEGURIDAD

Cuando la PC 17 está instalada a bordo de una aeronave en tierra, todas las precauciones de seguridad deberán ser estrictamente observadas por el personal dentro de la cabina o trabajando alrededor de la aeronave.

Antes de cualquier operación o mantenimiento debe realizarse un procedimiento de seguridad del arma, acerca de las unidades o switches que el personal no esté en pleno conocimiento de que no pueden ser tocados.

(FN HERSTAL, PC-17 General Manual, 2014)

➤ **Precauciones de seguridad:**

Tome las siguientes precauciones de seguridad en los siguientes casos:

- ✓ Antes de iniciar la instalación de la PC 17 a bordo de la aeronave.
- ✓ Antes de montar la PC 17.
- ✓ Antes de una inspección.
- ✓ Antes de cualquier prueba eléctrica.
- ✓ Después de mantenimiento.
- ✓ Cuando la documentación lo recomiende.

Ejecución:

- Asegúrese de que el MAS (Master Arm Switch) se encuentre en OFF.
- El MAS no está en el panel de control de la PC-17.
- Antes de conectar la alimentación principal en la posición ON, asegurarse de que los dos interruptores principales de la PC-17 se encuentren en la posición SAFE.

2.5.3 Funciones principales

2.5.3.1 Identificación automática

El disparo, armado, secuencia de conteo y seguridad serán adaptadas automáticamente al tipo de ametralladora en contenedor montado en la aeronave. (FN HERSTAL, PC-17 General Manual, 2014)

2.5.3.2 Armado del arma en vuelo

Para eliminar el peligro de disparo accidental en el suelo durante el rodaje o maniobras, el aeronave puede despegar y aterrizar con el sistema de arma en condiciones seguras. En el camino hacia el campo de tiro o destino el piloto o el artillero es capaz de armar el sistema mediante la selección del ARM switch específico en el panel de control de la PC 17. (FN HERSTAL, PC-17 General Manual, 2014)

2.5.3.3 Detección de mal funcionamiento del arma

Si se detecta un fallo de encendido, el arma involucrada se realimenta automáticamente y regresa de nuevo a condiciones de funcionamiento. Un sensor electromagnético, montado en el arma, detecta los pulsos de disparo, un ciclo de realimentación automática se inicia al disparar, la interrupción del pulso y el despido de solenoide tendrá lugar al mismo tiempo. El ciclo de realimentación automática se inicia aproximadamente 0,2 segundos después de un fallo de encendido. (FN HERSTAL, PC-17 General Manual, 2014)

2.5.3.4 Contador de Ronda

Dos pantallas, situadas en el panel de control PC 17, indican la cantidad de munición cargada en el contenedor. Durante el disparo, la pantalla indica siempre las municiones restantes. (FN HERSTAL, PC-17 General Manual, 2014)

2.5.3.5 Control de interrupciones de tiro

Señales de potencia de disparo que accionan los solenoides del sistema de arma, podrían ser interrumpidas en condiciones específicas seleccionadas en el Panel de control PC 17.

Una interrupción de tiro ocurre cuando:

- No se encuentra en condiciones de ARM.
- El MAS está apagado (MAS parte de PC 17).
- Durante el ciclo de amartillado.
- Cuando el comando de SAFE se ordena.
- Cuando se ha alcanzado el límite de explosión.

2.5.3.6 Selección de longitud de ráfaga

Una selección de 10, 25 o 50 rondas es posible. El sistema de arma se detendrá automáticamente después de que se alcance la cantidad seleccionada. Al liberar el disparador, la siguiente ráfaga de la seleccionada cantidad puede ser iniciada.

- El limitador de ráfaga es inoperante si no se ha hecho tal selección.
 - El disparo puede interrumpirse en cualquier momento al soltar el disparador. (FN HERSTAL, PC-17 General Manual, 2014)

2.5.3.7 Seguridad del arma entre periodos de disparo

Al ajustar el conmutador maestro de Armamento (MAS), que se encuentra en el selector de arma caja (FN Herstal BT14 o similar), en OFF, el PC 17 inhibe el disparo y mantiene la armas en la prevención de disparar inadvertidamente. Para los contenedores HMP y RMP, el MAS también impide el disparo accidental debido a cook-off causado por el sobrecalentamiento de la munición que queda en la recámara. (FN HERSTAL, PC-17 General Manual, 2014)

2.5.3.8 Seguridad del arma durante el taxeo o maniobras en tierra

Al seleccionar la condición SAFE específico en el Panel de control PC 17 antes del despegue y el aterrizaje, los cañones se aseguran mecánicamente

y eléctricamente, eliminando así el peligro de disparo inadvertido. (FN HERSTAL, PC-17 General Manual, 2014)

2.6 Advertencias y Precauciones de Seguridad.

Las siguientes advertencias y precauciones de seguridad deben ser leídas antes de cualquier intervención (instalación, carga, preparación para el tiro, descarga, mantenimiento, montaje, desmontaje, ajuste, etc.) en el sistema de ametralladoras HMP- 400, montadas sobre el helicóptero Fenec. (FN HERSTAL, HMP-400 Operator's Manual, 2014)

2.6.1 Advertencias y precauciones generales HMP-400.

- Dependiendo de la versión, el sistema de ametralladoras HMP pesa de (86 – 89.5 Kg sin munición) a (118.5 – 141.5 Kg completamente cargada), se debe tener extremo cuidado con el manejo del equipo, especialmente cuando se lo instala en la aeronave.
- Antes de cualquier intervención en el sistema de ametralladoras HMP montadas en un aeronave, ésta debe estar ubicada en un área designada como segura y apuntando a un área segura.
 - El área segura debe ser delimitada mediante avisos de advertencia y/o vallas de seguridad.
- El sistema de arma HMP debe ser siempre abordado lateralmente o desde la parte trasera, nunca se debe aproximar por la parte frontal.
- Nunca permanezca delante del sistema de arma HMP.
- Una aeronave nunca debe volar con un sistema de arma HMP que no contenga ametralladora y/o caja de munición.
- En caso de un HMP LCC, debe ser consciente de que el colector de eslabones y vainillas provisto debajo del carenaje podría contener algunos cartuchos activos.

2.6.2 Advertencias y precauciones especialmente aplicadas a la ametralladora M3P.

- La ametralladora M3P puede causar heridas o la muerte a más de 6500 metros de distancia.
- Siempre que se manipule la ametralladora M3P, como cualquier otra arma, con extremo cuidado, a pesar de que se esté seguro de que el arma está descargada.
- Nunca modifique partes de la ametralladora. Reparaciones y desmontaje que excedan el campo básico solo podrán llevarse a cabo por armeros calificados o por la casa fabricante FN HERSTAL.
- Si el arma ha sido aceiteada o engrasada para transporte o almacenamiento, límpiela a fondo y lubrique ligeramente las partes metálicas antes de disparar.
- El cañón debe estar perfectamente seco antes de disparar.
- Nunca trate de limpiar un cañón obstruido por el disparo.
- Antes de manipular la ametralladora, debe asegurarse que está vacía.
- Antes de cargar o descargar la ametralladora M3P, todas las medidas de seguridad habituales aplicables al arma cargada o descargada deben ser observadas.
- Para cualquier intervención en la ametralladora M3P, el operador de campo/técnico debe trabajar solo.
 - Se hace una excepción cuando se retira o introduce el arma en el contenedor: ya que el arma pesa aproximadamente 39 Kg, y con el fin de evitar daños al interior de la estructura del contenedor y lesiones en las manos, es recomendado que estas operaciones se lleven a cabo por dos personas.
- Si algún procedimiento requiere de la intervención del piloto, el técnico debe tener un buen contacto visual y auditivo con él.
 - El piloto podrá empezar un procedimiento solo cuando haya recibido una señal clara del técnico ya que éste ya no interviene en la

ametralladora M3P. Esto se hace normalmente alejándose del contenedor hasta que el piloto haya terminado el procedimiento.

- Una vez que el piloto ha terminado el procedimiento, debe indicar claramente al técnico que es seguro continuar la intervención en la ametralladora M3P. Esto se hace normalmente sosteniendo ambas manos en una posición claramente visible hasta que el técnico haya terminado la intervención.
- En caso de un atascamiento de la munición o algún problema interno del arma, espere al menos 15 minutos después de que la aeronave se haya apagado, antes de revisar el arma.
 - ✓ Este periodo de tiempo es necesario a fin de asegurar que el arma se ha enfriado lo suficiente para evitar el riesgo de un disparo ocasional por la munición recalentada.

2.7 El Atmega 8

El ATMEGA 8 es un microcontrolador de la familia Atmel, contiene una arquitectura tipo RISC (Reduced Instruction Set Computing) o sea presentan instrucciones con complejidad reducida y se ejecutan en un solo ciclo de máquina, su estructura elimina la necesidad de usar componentes externos ya que internamente tiene: osciladores, USART, SPI, resistencias pull-up, modulación por ancho de pulso (PWM), convertidor ADC, comparador analógico y cronómetros, estas son solo algunas características que se encuentran en este dispositivo. Su programación es posible realizarla en lenguaje C, assembler o Basic. (Atmel Corporation, 2001)

- Atmega 8, utilizado en la elaboración del circuito.



Figura 10. Atmega 8

- Esta es la distribución de pines del Atmega 8.

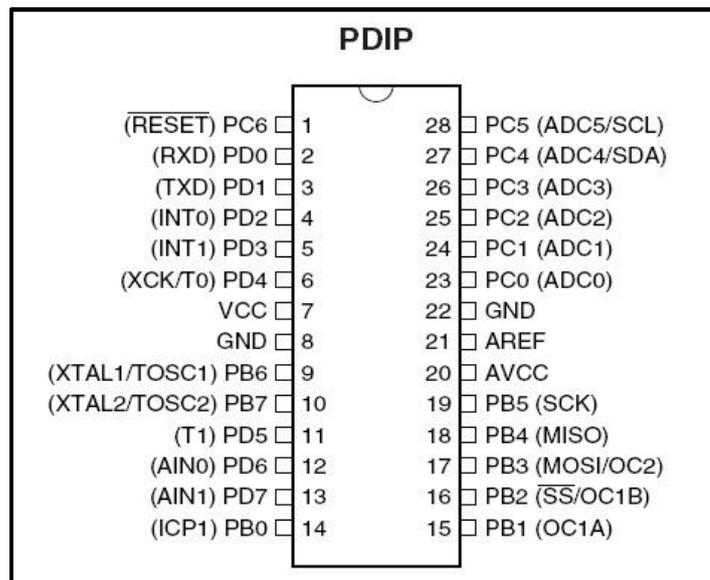


Figura 11. Distribución de pines del Atmega 8.
Fuente. (Atmel Corporation, 2001)

- El Atmega 8 tiene una configuración obligatoria para su utilización física que es la conexión de algunos pines de su estructura como son:
 - El pin 7 que se conecta a un voltaje positivo de cinco voltios.
 - El pin 22 que es la conexión a GND.
 - El pin 20 que es un voltaje de referencia a cinco voltios.
 - Entre los pines 9 y 10 se conecta un oscilador a cristal de 4MHz.

2.8 Módulo LCD

Los módulos LCD (display de cristal líquido), son utilizados para mostrar mensajes con caracteres alfanuméricos, que indican al operario el estado de la máquina, o para dar instrucciones de manejo, mostrar valores, etc. El LCD permite la comunicación entre el hombre y la máquina, consumen mucha menos potencia que los displays de siete segmentos. (CARLOS A. REYES, 2006)

Para la elaboración de este proyecto se ha utilizado un LCD de 16x4 lo que quiere decir que tiene 4 filas de 16 caracteres cada una.



Figura 12. LCD 16x4

- Para la utilización de este módulo LCD, se han realizado las siguientes conexiones en el mismo las cuales son necesarias tanto para energizarlo como para poder mostrar los datos deseados en este y son las siguientes:
 - El pin 1 VSS se conecta a GND.
 - El pin 2 VDD se conecta a 5 voltios.
 - El pin 3 VEE a un resistor variable de 1 KΩ.
 - El pin 4 RS al pin 14 del Atmega 8.
 - El pin 5 RW se conecta a GND.
 - El pin 6 E se conecta al pin 15 del Atmega 8.
 - Los datos se mostraran por los pines D4, D5, D6, D7, que van conectados a los pines 16, 17, 19, 9, del Atmega 8 respectivamente.
 - El pin 15 se conecta a 5 voltios que es la iluminación de la pantalla.
 - El pin 16 se conecta a GND.

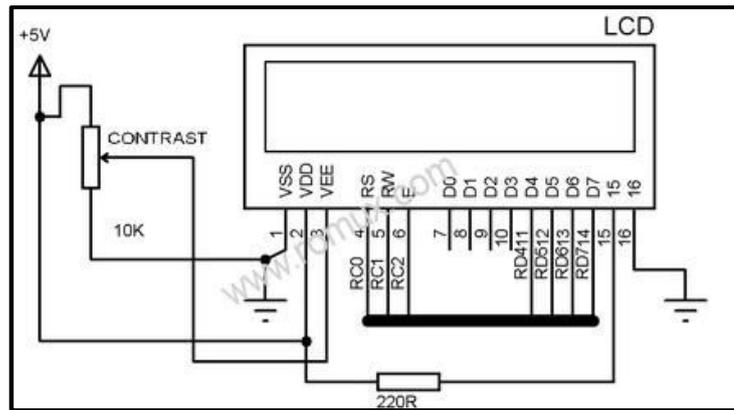


Figura 13. Conexiones obligatorias para un módulo LCD.

Fuente. (Gordon, 2006)

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400.

3.1 Introducción

En el grupo de aviación del ejército 43 PORTOVIEJO, existen siete helicópteros FENNEC AS 550 C3, de fabricación francesa, los mismos que están siendo empleados en misiones de combate, para la vigilancia del límite político internacional a fin de evitar la incursión de grupos irregulares armados en especial en la zona norte del país, por tal motivo se ha desplazado un contingente con material bélico y herramienta para brindar soporte técnico en apoyo a las operaciones de dicha aeronave.

El personal de armamento aéreo que se encuentra en el sector de “El Coca”, tiene dificultades en la instalación y comprobación del funcionamiento del sistema de ametralladoras HMP-400, y es de vital importancia una comprobación del sistema de armas antes de que la aeronave salga al cumplimiento de la misión, siendo necesaria la construcción de un equipo que ejecute esta tarea, ya que dentro de la seguridad de las operaciones aéreas prima la comprobación de las armas montadas en dicho helicóptero y la única manera de hacerlo es efectuando un disparo seguro.

Para el diseño de este comprobador se consideró el procedimiento de disparo tomado del manual del sistema de Ametralladoras HMP-400, donde se encuentran descritos los procedimientos de empleo del arma.

3.2 Implementación del módulo comprobador del circuito de disparo de las ametralladoras HMP-400.

Para la implementación del comprobador del circuito de disparo se aprovecha la generación eléctrica de la aeronave, por ende este equipo deberá ser capaz de medir el voltaje de disparo del sistema de armas enviado desde el bastón cíclico del piloto ubicado en la cabina hasta el módulo comprobador.

3.2.1 Elección de los componentes.

La importancia del diseño corresponde al óptimo funcionamiento del equipo utilizando materiales dentro de la oferta del mercado los mismos que están disponibles en locales de distribución de elementos electrónicos los cuales cumplen con las características de durabilidad, facilidad de programación, velocidad y almacenamiento de memoria, los cuales en caso de sufrir algún desperfecto puedan ser reemplazados sin ningún inconveniente.

3.2.2 Diseño del comprobador del circuito de disparo.

Para el diseño del esquema electrónico del comprobador del circuito de disparo se ha dividido en las siguientes partes:

- Una fuente de voltaje regulada a cinco voltios.
- Un circuito que medirá el voltaje de disparo del sistema de ametralladoras HMP-400.
- La programación del microcontrolador el cual mostrará la información obtenida del circuito de disparo en un LCD.

Para la implementación se simuló el circuito en el paquete informático Proteus ISIS 7 Profesional, el cual es un programa que permite dibujar,

sobre un área de trabajo, un circuito electrónico que posteriormente se podrá simular. En la manipulación del software casi siempre existirán varias opciones para un mismo fin, normalmente se puede optar por seguir un menú, acceder a un icono o trabajar con el teclado. Aquí se concederá preferencia a la opción más rápida y más cómoda, que suele ser casi siempre el teclado.

3.2.2.1 Elaboración de la fuente de alimentación de 5V.

En virtud de que este equipo trabajará en campo éste circuito proporciona un voltaje estable de cinco voltios para la energización del circuito medidor del voltaje de disparo de las ametralladoras HMP-400. Para la implementación de la fuente de alimentación se utilizó los siguientes elementos electrónicos.

- 2 Diodos 1N4007
- 1 Batería de 9V
- 1 Regulador de voltaje 7805
- 1 Pulsador
- 1 resistencia de 330Ω
- 1 diodo led azul

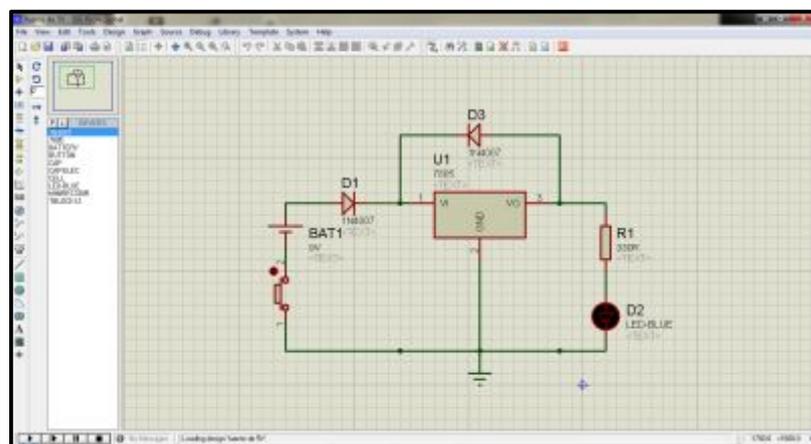


Figura 14. Fuente de alimentación

Para probar su funcionamiento se colocó un instrumento de medición como es un voltímetro virtual que está dentro de PROTEUS.

Para comprobar el funcionamiento de esta fuente de voltaje regulada a 5V se hace click sobre el icono de play que se encuentra en la parte inferior izquierda de la ventana de PROTEUS.

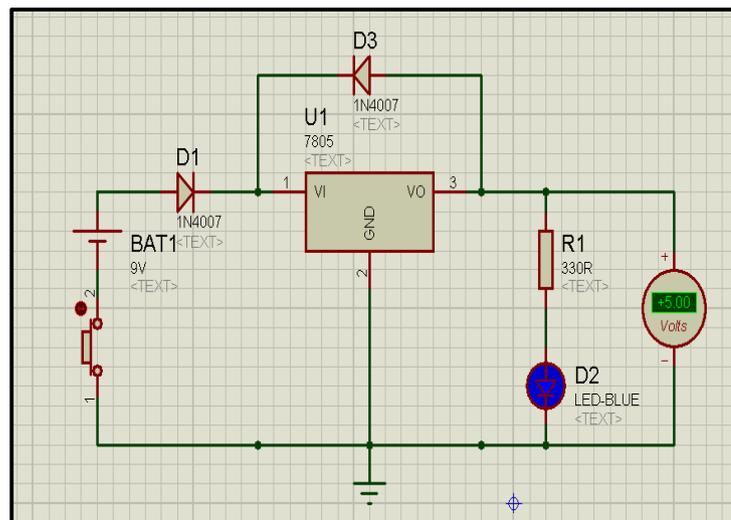


Figura 15. Simulación del funcionamiento de la fuente de alimentación.

Se puede observar que el led azul se ha encendido y el voltímetro muestra el valor de 5V.

- Los diodos 1N4007 utilizados en este esquema asegura la polarización del circuito a fin de evitar errores y daños en el equipo, ya que este dispositivo electrónico permite el paso de corriente en un solo sentido es decir cuando esta polarizado directamente, en caso contrario se comporta como un interruptor abierto y no permite el paso de corriente hacia el circuito.
- El circuito integrado LM 7805 que se utiliza en esta fuente de alimentación, es un regulador de voltaje de cinco voltios de salida y precisa de un voltaje de alimentación entre 2,5 y 35 voltios y consta de tres terminales.

- ✓ **Input** = voltaje de entrada (de 2,5 a 35)V.
- ✓ **Output** = voltaje de salida (5V)
- ✓ **Groud** = tierra o masa (OV)

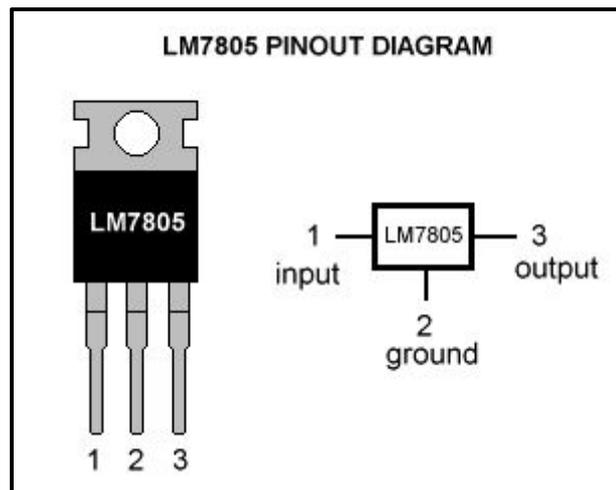


Figura 16. Diagrama de pines LM7805
Fuente: (Mundo Electrónica, s.f.)

- La resistencia de 330 ohmios protege al diodo LED ya que este dispositivo funciona con niveles de corriente entre (20-25) mA.
- El diodo LED azul constituye un testigo del funcionamiento de la fuente de alimentación así como también del estado de la batería.

3.2.2.2 Programación del Atmega 8.

Toda la programación estructurada que se realizó fue en BASCOM AVR, ha sido compilada y ensamblada para traducir las instrucciones al lenguaje de máquina. En base a estas instrucciones se ha desarrollado el siguiente programa que será grabado en la memoria del microcontrolador el cual se encargará de realizar la medición del voltaje de disparo que llega a la toma eléctrica de las ametralladoras HMP-400 que se encuentran montadas en el helicóptero FENNEC AS 550 C3.

Definir el atmega que se va a utilizar.

```
$regfile = "m8def.dat"
```

Definir el oscilador interno.

```
$crystal = 8000000
```

Configurar el pin C.0 como entrada

Config Pinc.0 = Input

Configurar el LCD a utilizar

Config Lcd = 16 * 4

Configurar la salida de los datos del LCD

Config Lcdbus = 4

Configurar los pines del LCD

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.2 , Db5 = Portb.3 , Db6 = Portb.5 , Db7 = Portb.6 , E = Portb.1 , Rs = Portb.0

Configurar el conversor análogo digital con pre escala automática y referencia a Avcc que es el valor del regulador de voltaje.

Config ADC = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc

Designar el tamaño de las variables

Dim Valor As Word

Dim Voltaje As Single

Dim V As Single

Dim V1 As String * 5

Encender el conversor análogo digital

Start Adc

Encender el reloj en tiempo real

Cls

Apaga el cursor

Cursor Off

Inicia el programa

Do

Valor = Getadc(0)

Voltaje = Valor * 30

Voltaje = Voltaje / 1040

V= Voltaje – 0,25

V1 = **Fusing**(V , "#.#")

Locate 1 , 1

Lcd " AMETRALLADORA"

Locate 3 , 1

Lcd " Vcd=" ; V1 ; "V "

Locate 4 , 1

Lcd "CBOP. CASTILLO J."

If V >= 16 **And** V <= 18 **Then**

Locate 2 , 1

Lcd " HMP-400 OK"

Waitms 100

Else

Locate 2 , 1

Lcd "HMP-400 FALLO"

End If

Waitms 100

Loop

End

Finaliza el programa

```

Sregfile = "m8def.dat"
Sscystal = 8000000
Config FINTC 0 = Input
Config Lcd = 16 * 4
Config Lcdbus = 4
Config Lcdpin = Pin , Db4 = PORTB.2 , Db5 = PORTB.3 , Db6 = PORTB.5 , Db7 = PORTB.6 , E = PORTB.1 , Rs = PORTB.0
Config ADC = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
Dia Valor As Word
Dia Voltaje As Single
Dia V1 As String * 5
Dia V As Single
Start ADC
Cls
Cursor Off
Do
    Valor = Getadc(0)
    Voltaje = Valor * 30
    Voltaje = Voltaje / 1040
    V = Voltaje - 0.25
    V1 = Fusing(v , "## ##")
    Locate 1 , 1
    Lcd " AMETRALLADORA"
    Locate 3 , 1
    Lcd " Vcd=" ; V1 ; "V "
    Locate 4 , 1
    Lcd "CBOP. CASTILLO J."

    If V >= 15.99 And V <= 18.001 Then
        Locate 2 , 1
        Lcd " HMP-400 OK"
        Waitas 100
    Else
        Locate 2 , 1
        Lcd "HMP-400 FALLO"
    End If
    Waitas 100
Loop
End

```

Figura 17. Espacio de trabajo de BASCOM AVR

3.2.2.3 Elaboración del circuito medidor de voltaje de disparo.

Este circuito medirá el valor del voltaje que entregara la aeronave al momento de efectuar el disparo del arma desde el control en cabina. Tomando en cuenta que la red continua a bordo de la aeronave es de (28 Vcd) este circuito podrá medir voltajes comprendidos entre cero y treinta voltios.

- Para la implementación de este circuito se utilizó los siguientes elementos electrónicos.
 - 6 Resistencias de 100KΩ
 - 1 Atmega 8
 - 1 LCD 16x4
 - 1 Resistencia variable de 1KΩ
 - 1 Oscilador a cristal de 4MHz.

A fin de comprobar el funcionamiento antes de implementar en las placas de baquelita se simuló en el programa Proteus, como se detalla a continuación: Se implementó en Proteus el circuito que se indica en la figura 18.

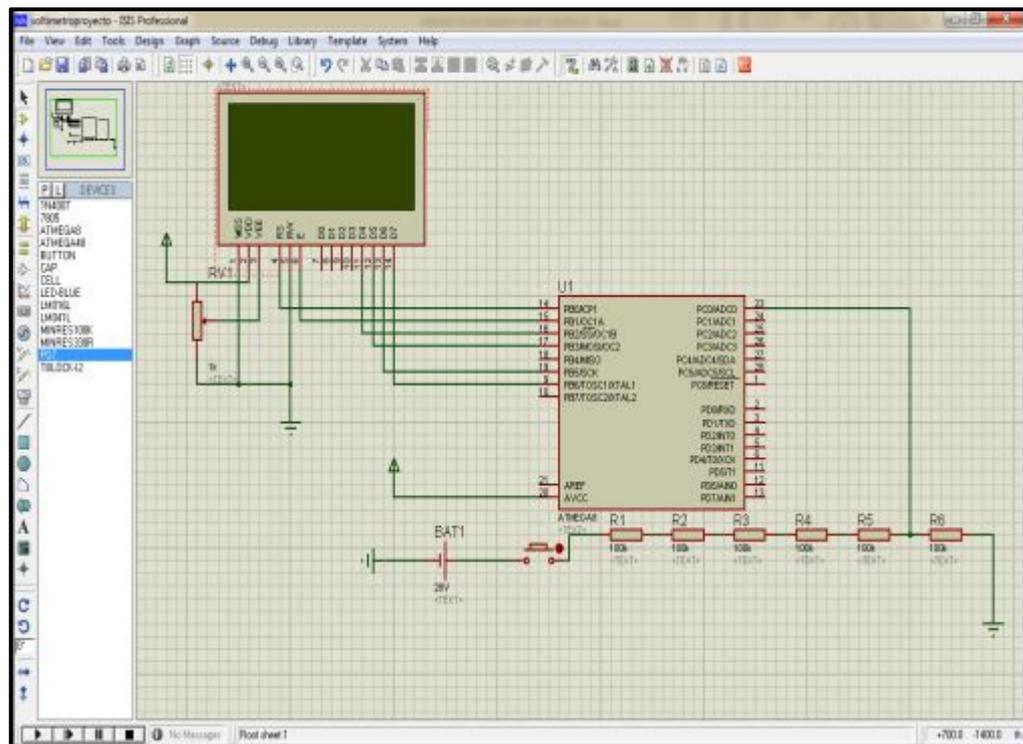


Figura 18. Esquema del medidor de voltaje.

- Se comprobó su funcionamiento en el simulador PROTEUS.

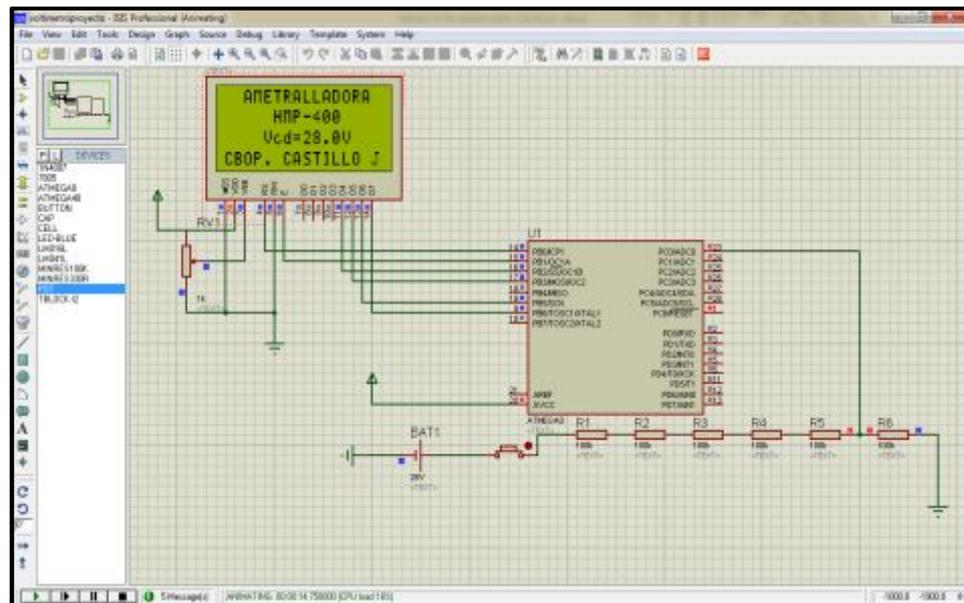


Figura 19. Simulación del funcionamiento del medidor de voltaje.

- Tomando en cuenta que el valor que se aplicará al comprobador del circuito de disparo de las ametralladoras HMP-400, estará en un rango de (0V a 28V) y el microcontrolador Atmega 8 acepta un voltaje de (0V a 5V) se ha realizado un divisor de tensión, tomando como valor más alto de voltaje treinta voltios, al conectar las seis resistencias de cien Kohmios en serie a la entrada del voltaje se tendrá en cada una de ellas un voltaje de cero a cinco voltios valor que acepta el microcontrolador sin sufrir ningún daño.
- El microcontrolador Atmega 8, tomará el valor de cero a cinco voltios, lo procesará y enviará el resultado al módulo LCD.
- El módulo LCD presentará la información, que recibe a través del bus de datos proveniente del Atmega 8.

3.2.3 Implementación de la placa electrónica del circuito comprobador de disparo.

Se realizó el ruteado de las pistas del circuito impreso donde irán soldados los elementos que conforman este proyecto con la herramienta ARES que forma parte de PROTEUS.

Obteniendo el diagrama de la Figura 20.

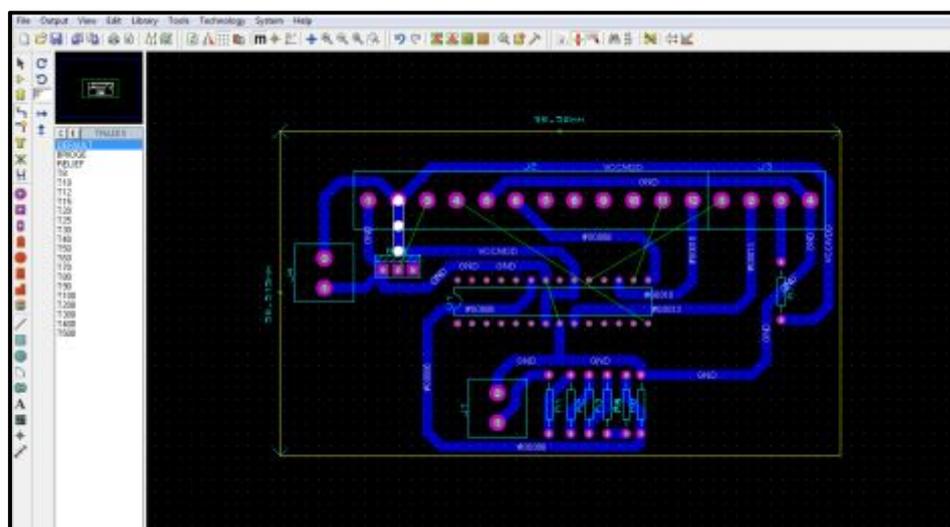


Figura 20. Ruteado de las pistas de la PCB

- Se procede a imprimir el circuito con una impresora láser (que tenga los toner en polvo de color negro), sobre papel fotográfico o papel de alto brillo.

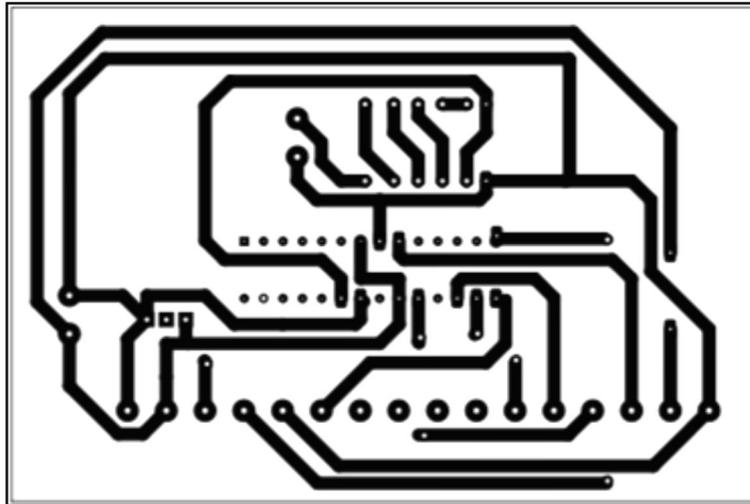


Figura 21. Circuito comprobador de voltaje

Una vez impreso el circuito está listo para ser transferido térmicamente a una placa de baquelita de cobre.

- Primero se corta el circuito del papel de transferencia térmica y sobre una baquelita de cobre se pega el gráfico antes impreso.

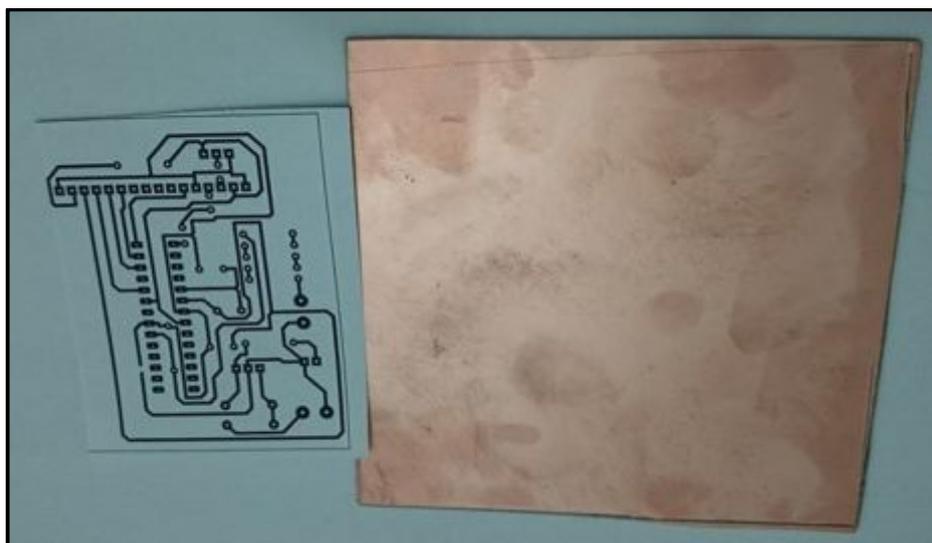


Figura 22. Circuito y baquelita

- Ahora se marca el contorno del gráfico sobre la placa de cobre con un lápiz y se procede al corte de la placa con mucho cuidado.



Figura 23. Marcado del contorno de la placa.

- Con una lija muy fina se quitan todas las limallas de cobre que quedan en el contorno de la placa.

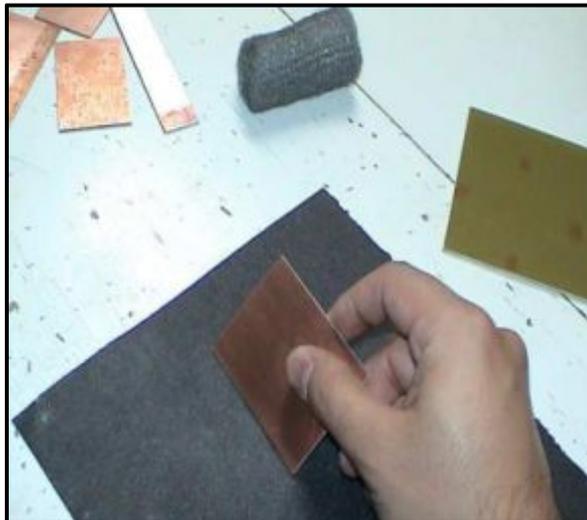


Figura 24. Lijado de los bordes de la placa.

- Con una esponja de acero fina se limpia el óxido del lado del cobre donde posteriormente se transfiere el gráfico con las pistas del circuito impreso.

- Con la ayuda de una plancha se pasa el dibujo a la placa de baquelita.



Figura 25. Transferencia térmica del circuito a la placa de cobre.

- Posteriormente se disuelve ácido férrico en agua caliente para sumergir la placa de baquelita y remover todo el cobre que no se necesita pues quedarán únicamente las pistas.



Figura 26. Reducción del cobre de la placa.

- Se usó un taladro para la perforación de la placa.



Figura 27. Taladro

- Para soldar los elementos se requirió de las siguientes herramientas y materiales.
 - Cautín
 - Pasta de soldar
 - Alambre de estaño
 - Pinza o cortador
 - Estilete
- Las resistencias y los diodos, se doblan de acuerdo a la medida que se requiera para que sean colocados en los agujeros de la placa.
- Primero se sueldan los elementos más bajos y luego los más altos de esta manera: primero las resistencias, diodos, el regulador de voltaje, y así hasta llegar al microcontrolador.

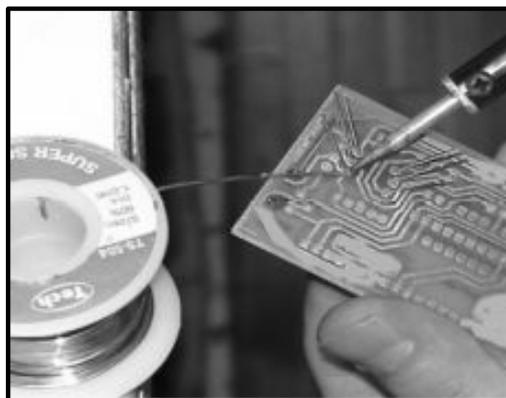


Figura 28. Soldadura de los elementos.

- Terminado el proceso de soldadura se limpió los residuos de suelda de la placa utilizando un cepillo de dientes con un poco de thinner sin que se derrame por los lados para que no se borre la señalización de la placa que es donde van los elementos.
- Para evitar que las pistas se oxiden se colocó una capa de barniz en spray lo que dará un acabado transparente y brillante.
- En la figura 29 se muestra la placa terminada.

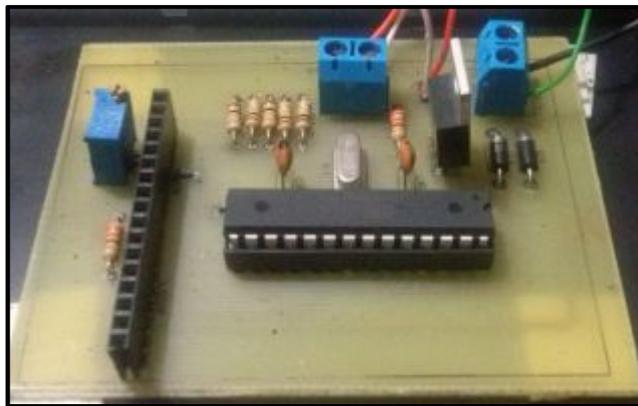


Figura 29. Placa terminada

3.2.4 Armado del proyecto.

Una vez lista la placa con el circuito que permitirá sensor el voltaje de la ametralladora (figura 29), se colocó en una caja de plástico de (15 x 9 x 5 cm), la cual tiene tapa para poder sellarla.

- Para instalar el LCD se ha hecho una cavidad en la parte frontal de la caja, el mismo que se fijó a la caja con silicón.



Figura 30. Fijado del LCD.

- Junto al LCD se colocó el LED testigo del funcionamiento de la batería.
- Se ha instalado una toma eléctrica P1 del contenedor de la ametralladora a fin de poder conectar el comprobador al sistema.
- Un switch para encendido y apagado.



Figura 31. Vista lateral

3.3 Operación del equipo.

La generación eléctrica de la aeronave se aprovecha con totalidad en el funcionamiento del equipo para la comprobación del circuito de disparo desde la energización de la PC-17 en la cabina del helicóptero hasta llegar al disparo del arma teniendo en cuenta que se ha reemplazado el contenedor

de la HMP-400 por el comprobador del circuito de disparo del sistema de ametralladoras, sin embargo cada ametralladora se somete a una prueba independiente siguiendo los procedimientos de seguridad determinados por la el fabricante dispuestos en el manual de operación de este sistema de arma.

La energización de cada ametralladora para la puesta en operación se determinará a través del valor de voltaje que presente el comprobador del circuito de disparo esto servirá de gran ayuda en cada montaje del sistema de arma evitando el deterioro de los componentes internos del arma. Por consiguiente es de vital importancia el determinar que cada ametralladora se encuentre en óptimas condiciones de operación para la conservación del sistema y evitar accidentes.

3.4 Pruebas de funcionamiento.

Las pruebas de funcionamiento del equipo se llevaron a cabo en los sistemas de ametralladoras HMP-400, montados sobre los helicópteros FENNEC AS 550 C3, de matrículas E-384 y E-385 pertenecientes a la Aviación del Ejército, designados al GAE-43 "PORTOVIEJO", que se encuentran operando en la provincia de Orellana ciudad de "El Coca".

Para las pruebas de funcionamiento se ha tomado a consideración la siguiente tabla de diagnóstico del sistema.

Tabla 4.

Voltaje de disparo de la HMP.

AMETRALLADORA	VOLTAJE DE DISPARO	CONDICIÓN
HMP-400 LCC	0 voltios	Fusibles de armamento desconectados
	De 16-18 voltios	Operable
	28 voltios	Relay K1 F/S
	Menos de 16 y más de 18 voltios.	Relay K1 F/S

Fuente: (FN HERSTAL, HMP-400 Maintenance Manual, 2014)

- Una vez montado el puesto de tiro de las ametralladoras HMP-400 en el helicóptero FENNEC AS550C3, de matrícula E-384 se pudo obtener los siguientes resultados.

Tabla 5.

Prueba N° 1

AERONAVE	VOLTAJE DE DISPARO	CONDICIÓN
E-384	16,5 Voltios	Operable



Figura 32. Voltaje de disparo del helicóptero FENNEC E-384

- Habiendo realizado el montaje del puesto de tiro de las ametralladoras HMP-400, en el helicóptero FENNEC AS550C3, de matrícula E-385 se pudo obtener los siguientes resultados.

Tabla 6.

Prueba N° 2

AERONAVE	VOLTAJE DE DISPARO	CONDICIÓN
E-385	17,9 Voltios	Operable



Figura 33. Voltaje de disparo helicóptero FENNEC E-385

3.5 Instructivo de operación.

Este instructivo consta de todos los procedimientos que se deben seguir para la, operación del comprobador del circuito de disparo del sistema de ametralladoras HMP-400 del helicóptero FENNEC AS 550 C3.

	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	GAE-43 "PORTOVIEJO"
	OPERACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3.	Código: MO-HMP-400
		Revisión N°:01
	Elaborado por: Cbop. Castillo Jimmy	Fecha: Mayo - 2015
Aprobado por: Ing. Lucía Guerrero	PAG 1/11	

1. Objetivo:

Documentar los procedimientos a seguir para la correcta operación del comprobador del circuito de disparo del sistema de ametralladoras HMP-400, del helicóptero FENNEC AS550C3.

2. Alcance:

Proporcionar los pasos que se deben seguir para la operación del equipo.

3. Equipo de protección personal:

- **Ropa de protección.** Ésta no debe ofrecer peligro de engancharse o de ser atrapado por las piezas de las máquinas en movimiento. Tampoco deberán llevarse en los bolsillos, objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.

	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	GAE-43 "PORTOVIEJO"
	OPERACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3.	Código: MO-HMP-400
		Revisión N°:01
	Elaborado por: Cbop. Castillo Jimmy	Fecha: Mayo - 2015
Aprobado por: Ing. Lucía Guerrero	PAG 2/11	
<ul style="list-style-type: none"> • Guantes. Su objetivo principal es proteger a las manos y los dedos de acuerdo a los riesgos a los cuales estemos expuestos y a la necesidad de movimiento libre de los dedos, por lo tanto siempre deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones. • Calzado. Se utiliza para proteger los pies contra la humedad y sustancias calientes; superficies ásperas, caída de objetos y riesgo eléctrico, así como contra pisadas sobre objetos filosos y agudos. <p>4. Normas de seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el equipo de protección personal al operar el equipo. • Seguir el procedimiento de operación de acuerdo al manual de operación. • Ubicar la aeronave en plataforma segura y apuntando hacia un área despejada. • No municionar el arma y desmontar la caja de munición. • El proceso de instalación de las armas debe realizarse entre dos técnicos como mínimo. 		

	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	GAE-43 "PORTOVIEJO"
	OPERACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3.	Código: MO-HMP-400
		Revisión N°:01
	Elaborado por: Cbop. Castillo Jimmy	Fecha: Mayo - 2015
Aprobado por: Ing. Lucía Guerrero	PAG 3/11	

5. Procedimiento de Operación

Una vez instalado el puesto de tiro se procede a la comprobación del sistema de ametralladoras HMP-400.



A. Siga las siguientes recomendaciones de seguridad:

- Coloque la aeronave en el spot de seguridad y apuntando hacia un área segura.
- Antes de manipular el arma asegúrese de que no se encuentre colocada la caja de municiones.
- Todos los instrumentos en cabina se encuentren en OFF.
- Para realizar cualquier procedimiento el técnico debe estar solo.
- El arma debe ser siempre abordada lateralmente.
- Nunca permanezca frente a la aeronave artillada.
- Delimitar el área de seguridad.
- El supervisor de plataforma deberá conocer la actividad realizada por el técnico y estar alerta ante cualquier incursión de personal ajeno a la operación.

	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	GAE-43 "PORTOVIEJO"
	OPERACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3.	Código: MO-HMP-400
	Elaborado por: Cbop. Castillo Jimmy	Revisión N°:01
	Aprobado por: Ing. Lucía Guerrero	Fecha: Mayo - 2015 PAG 4/11

B. Coloque el switch de batería en ON y espere el auto-test de la aeronave.



C. Coloque el switch de la PC-17 en la posición ON.



	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	GAE-43 "PORTOVIEJO"
	OPERACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3.	Código: MO-HMP-400
		Revisión N°:01
	Elaborado por: Cbop. Castillo Jimmy	Fecha: Mayo - 2015
Aprobado por: Ing. Lucía Guerrero	PAG 5/11	

D. Preparar la mira.



- Ajustar la mira a la altura del operador.
- Bloquear la mira.



E. Realizar el Auto-test de la mira.

- En la caja de control de la mira seleccionar Auto-test



	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	GAE-43 "PORTOVIEJO"
	OPERACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3.	Código: MO-HMP-400
	Elaborado por: Cbop. Castillo Jimmy	Revisión N°:01
	Aprobado por: Ing. Lucía Guerrero	Fecha: Mayo - 2015 PAG 6/11

- Observar que en el espejo de la mira aparece el retículo.



- F. Seleccionar la cantidad de munición y el modo de ráfaga.



- G. Seleccionar el tipo de armamento.



	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	GAE-43 "PORTOVIEJO"
	OPERACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3.	Código: MO-HMP-400
		Revisión N°: 01
	Elaborado por: Cbop. Castillo Jimmy	Fecha: Mayo - 2015
Aprobado por: Ing. Lucía Guerrero	PAG 7/11	

H. Seccionar el lado del cual se va a disparar.



I. Coloque el interruptor de FIRE en la posición ON.



	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	GAE-43 "PORTOVIEJO"
	OPERACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3.	Código: MO-HMP-400
		Revisión N°:01
	Elaborado por: Cbop. Castillo Jimmy	Fecha: Mayo - 2015
Aprobado por: Ing. Lucía Guerrero	PAG 8/11	

J. Desconectar la toma P1 del contenedor de la ametralladora.



K. Conectar la toma P1 a la toma J1 del comprobador.



L. Colocar el switch de encendido del comprobador en la posición ON.



➤ Se observa que presenta una marcación de 0V.

	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	GAE-43 "PORTOVIEJO"
	OPERACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3.	Código: MO-HMP-400
		Revisión N°:01
	Elaborado por: Cbop. Castillo Jimmy	Fecha: Mayo - 2015
Aprobado por: Ing. Lucía Guerrero	PAG 9/11	

M. Disparar.



N. El comprobador mide el valor del voltaje de disparo.



- Se puede apreciar que el comprobador presenta una marcación de voltaje de 16,5V.
- Si el voltaje es diferente de 16 a 18 voltios revise la siguiente tabla.

	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	GAE-43 "PORTOVIEJO"
	OPERACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3.	Código: MO-HMP-400
		Revisión N°:01
	Elaborado por: Cbop. Castillo Jimmy	Fecha: Mayo - 2015
Aprobado por: Ing. Lucía Guerrero	PAG 10/11	

O. Tabla de diagnósticos.

Voltaje de disparo	de Acción a tomar.
0 V	Conecte los fusibles de armamento en cabina. Conecte el diodo de seguridad en el brazo derecho.
De 0,5 – 15,9 V	Cambie el relay de armamento K1
De 18 – 28 V	Cambie el relay de armamento K1

- Si una vez consultada la tabla de diagnósticos el arma no entra en rango de disparo desmonte el puesto de tiro y envíe el arma a un taller autorizado por FN HERSTAL.

P. Colocar el switch de encendido del comprobador en la posición OFF.



Q. Desconectar las tomas: P1 y J1.

R. Colocar el switch de FIRE en la posición OFF.

S. Colocar el selector de tipo de armamento en OFF.

T. Colocar el MAS, izquierdo y derecho en la posición SAFE.

U. Colocar el switch de la PC-17 en OFF.

V. Colocar el switch de batería en OFF.

	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	GAE-43 "PORTOVIEJO"
	OPERACIÓN DEL COMPROBADOR DEL CIRCUITO DE DISPARO DEL SISTEMA DE AMETRALLADORAS HMP-400 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3.	Código: MO-HMP-400
		Revisión N°:01
	Elaborado por: Cbop. Castillo Jimmy	Fecha: Mayo - 2015
Aprobado por: Ing. Lucía Guerrero	PAG 11/11	
<p style="text-align: center;">W. Colocar la toma P1 al contenedor de la ametralladora.</p> <p style="text-align: center;">Nota: Una vez realizado este procedimiento el sistema de ametralladoras se encuentra probado y listo para ser municionado para el cumplimiento de la misión.</p> <p>6.- Firma de Responsabilidad _____</p>		

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se diseñó el esquema eléctrico para el comprobador del circuito de disparo del sistema de ametralladoras HMP-400, del helicóptero FENNEC AS 550 C3.
- Se realizó la programación del microcontrolador AVR ATMEGA8, para tomar los valores de voltaje de disparo, procesarlos y mostrar la información al operador a través de un LCD.
- Se realizó la tarjeta electrónica y el ensamble de los componentes electrónicos que conforman el comprobador del circuito de disparo.
- Se realizó la comprobación del circuito de disparo de las ametralladoras del helicóptero FENNEC de matrícula E-384, encontrándose en óptimas condiciones de empleo.

4.2 RECOMENDACIONES

- Antes de iniciar cualquier procedimiento con un helicóptero artillado, este debe encontrarse en la zona de seguridad y apuntando hacia el espaldón.
- Tomar en cuenta todos los procedimientos generales de seguridad previo al empleo del armamento de la aeronave.
- Utilizar el manual del operador presentado anteriormente para el empleo del sistema de arma del helicóptero FENNEC AS 550 C3.
- Utilizar la herramienta adecuada para cada procedimiento con el arma instalada.

ABREVIATURAS

ABA.- grupo caja de adaptación.

AMP.- amperio.

BORE-SIGHTING.- mira de captación de blancos ajustable al ángulo de tiro del piloto.

FLASH-HIDER.- contenedor con apuntador laser.

GAE-43.- Grupo Aereo del Ejercito N° 43 "PORTOVIEJO"

HMP.- ametralladora en contenedor.

LCD.- (Liquid Crystal Display) pantalla de cristal líquido.

LED.- (Light emitting diode), diodo emisor de luz.

MAS.- Master Arm Switch

M3P.- Machine gun Pod 3, ametralladora fijada al carenaje de la HMP

OACI.- Organización de Aviación Civil Internacional.

OTAN.- (Organización de países del Atlántico Norte)

V.- voltio

15-BAE.- Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA"

GLOSARIO

Aeronave.- Según la OACI aeronave es: toda máquina que puede desplazarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Ametralladora.- Arma de fuego automática diseñada para disparar una gran cantidad de cartuchos en un lapso breve y de forma sostenida.

Circuito.- Es una red eléctrica o interconexión de dos o más componentes eléctricos o electrónicos.

Mantenimiento.- Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Memoria.- Es el dispositivo que retiene, memoriza o almacena datos informáticos durante algún intervalo de tiempo.

Secuencia.- Sucesión ordenada de procedimientos que guardan una relación entre sí y conforman un proceso lógico final.

Switch.- Permite o interrumpe el paso de energía en un circuito electrónico.

Simulación.- Es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real, con la finalidad de comprender el funcionamiento del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- AIRBUS HELICOPTERS. (2013). *FENNEC AS 550 C3 General Manual*. Francia.
- AIRBUS HELICOPTERS. (2013). *Manual de diagramas eléctricos*. Francia.
- Atmel Corporation. (2001). *Microcontroller with 8 Kbytes In-System Programmable Flash, Advantage Information*.
- BOYLESTAD & NASHELSKY. (2009). *Teoría de los circuitos y dispositivos electrónicos*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- CARLOS A. REYES. (2006). *Microcontroladores PIC*. Quito: RISPERGRAF.
- FN HERSTAL. (2014). *HMP-400 Maintenance General Manual*. Belgica.
- FN HERSTAL. (2014). *HMP-400 Maintenance Manual*. Belgica.
- FN HERSTAL. (2014). *HMP-400 Operator's Manual*. Belgica.
- FN HERSTAL. (2014). *PC-17 General Manual*. Belgica.
- Gordon, C. (2006). *El Atmega 8*. Quito: EPN.
- Mundo Electrónica*. (s.f.). Obtenido de www.mundo electronica.com

ANEXOS