



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA

“REHABILITACIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE SEGÚN LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 342-L PARA LA CAPACITACIÓN PRÁCTICA DE LOS ALUMNOS DEL CURSO DE AEROTÉCNICOS DE LA ESPECIALIDAD DE HELICÓPTEROS EN LA ESCUELA TÉCNICA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”.

AUTOR: VALLEJO ARMAS CARLOS DAVID

Trabajo de graduación para la obtención del título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
MOTORES

Latacunga, Enero 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. CARLOS DAVID VALLEJO ARMAS, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

**TLGO. ALEJANDRO PROAÑO
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga, 27 de Enero del 2015.

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

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Carlos David Vallejo Armas, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, en el año 2015, con Cédula de Ciudadanía N° 0503227217, autor del Trabajo de Graduación **“Rehabilitación de los componentes eléctricos del sistema de combustible según los manuales de mantenimiento del helicóptero Gazelle SA 342-L para la capacitación práctica de los alumnos del curso de aerotécnicos de la especialidad de helicópteros en la Escuela Técnica De Aviación Del Ejército”**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor de la Unidad De Gestión De Tecnologías.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Vallejo Armas Carlos David

C.C: 050322721-7

Latacunga, 27 de Enero del 2015.

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

AUTORIZACIÓN

Yo, Carlos David Vallejo Armas, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación en la biblioteca virtual de la institución, del trabajo “REHABILITACIÓN DE LOS COMPONENTES ELECTRICOS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE SEGÚN LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 342-L PARA LA CAPACITACIÓN PRÁCTICA DE LOS ALUMNOS DEL CURSO DE AEROTÉCNICOS DE LA ESPECIALIDAD DE HELICÓPTEROS EN LA ESCUELA TÉCNICA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”.

Vallejo Armas Carlos David

C.C: 050322721-7

Latacunga, 27 de Enero del 2015.

DEDICATORIA

El Presente Proyecto de Grado es dedicado a DIOS por darme la oportunidad de vivir y estar a mi lado en cada paso que doy, por la salud, la sabiduría e inteligencia para afrontar y alcanzar mis objetivos.

A mi Madre por apoyarme y creer en mí en todo momento, por sus consejos, valores y ejemplos de superación, manteniendo siempre firme que el mejor tesoro es el conocimiento.

A mi Padre por sus esfuerzos de trabajo, perseverancia y constancia, los que me ha infundido siempre, por el valor mostrado para salir adelante y de esta manera lograr esta meta tan anhelada.

A mi hermano por darme un buen ejemplo de superación y apoyarme siempre a cada momento con toda su familia.

Vallejo Armas Carlos David

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por sus bendiciones y por guiarme en el camino del bien llenándome de alegría y gozo.

A la Unidad De Gestión De Tecnologías que con sus nobles maestros me impartieron el conocimiento académico para ponerlos en práctica en mi vida profesional.

Al director de trabajo de graduación Tlgo. Alejandro Proaño por su tiempo, paciencia y dedicación quien ayudo a la realización y culminación del presente proyecto.

A mis compañeros y amigos con quienes fue posible formar parte del proyecto, logrando cumplir nuestro sueño tan anhelado.

A la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA”, quien nos acogió y apoyo con el desarrollo del proyecto mediante el uso de sus herramientas, en especial al área de mantenimiento que nos impartieron su experiencia y conocimientos, con mucha paciencia y dedicación en el asesoramiento de nuestro trabajo de grado.

A mi familia querida por apoyarme en todo momento, demostrando amor incondicional, preocupación y entrega, quienes son la parte fundamental en mi vida, para de esta manera seguir adelante.

Vallejo Armas Carlos David

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---------------------------------|-------|
| CERTIFICACIÓN..... | i |
| AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD..... | ii |
| AUTORIZACIÓN..... | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xiii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xvi |
| RESUMEN..... | xvii |
| SUMMARY..... | xviii |

CAPÍTULO I

| | | |
|-------|----------------------------------|---|
| 1.1 | Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 | Planteamiento del Problema | 2 |
| 1.3 | Justificación | 3 |
| 1.4 | Objetivos..... | 3 |
| 1.4.1 | Generales | 3 |
| 1.4.2 | Específicos | 4 |
| 1.5 | Alcance | 4 |

CAPÍTULO II

| | | |
|-------|-------------------------------------|---|
| 2.1 | Introducción | 5 |
| 2.2 | Presentación de la aeronave..... | 6 |
| 2.2.1 | Las principales misiones son: | 6 |
| 2.2.2 | Características principales | 6 |
| 2.2.3 | Características generales..... | 7 |
| 2.3 | Estructuras..... | 8 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.3.1 | Tipos de estructura..... | 8 |
| 2.4 | Circuito De Combustible..... | 8 |
| 2.4.1 | Reservorio Auto Obturante..... | 8 |
| 2.4.1.1 | Electro Bomba | 9 |
| 2.4.1.2 | Filtro | 9 |
| 2.4.1.3 | Descripción Del Filtro | 10 |
| 2.4.1.4 | Filtro Metálico | 10 |
| 2.4.1.5 | Válvula Corta Fuego..... | 10 |
| 2.4.1.6 | ManoContactor Diferencial..... | 11 |
| 2.4.1.7 | Transmisor De Cantidad De Combustible..... | 11 |
| 2.4.1.8. | Indicador De Cantidad De Combustible | 11 |
| 2.5 | Descripción Y Funcionamiento..... | 12 |
| 2.5.1 | Reservorio | 12 |
| 2.5.1.1 | Sistema Principal Del Reservorio..... | 12 |
| 2.5.1.1.1 | Características..... | 12 |
| 2.5.1.1.2 | Descripción Y Localización..... | 13 |
| 2.5.1.1.3 | Transmisor De Nivel De Combustible | 13 |
| 2.6 | Alimentación al G.T.M. | 13 |
| 2.6.1 | Válvula Combinada De Purga Y Vaciado | 15 |
| 2.6.2 | Esquema Del Circuito De Combustible..... | 16 |
| 2.6.3 | Esquema Del Control Del Circuito Principal De Combustible..... | 18 |
| 2.6.4 | Circuito De Combustible Principal..... | 20 |
| 2.6.4.1 | Reservorio Principal | 21 |
| 2.6.4.2 | Circuito De Alimentación Y Accesorios..... | 21 |
| 2.6.4.2.1 | Descripción Y Localización..... | 21 |
| 2.6.4.3 | Transmisor De Nivel De Combustible | 22 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.6.4.4 | Electro-Bomba De Cebado..... | 22 |
| 2.6.4.5 | Detalles Del Reservorio Principal..... | 23 |
| 2.6.5 | Funcionamiento | 25 |
| 2.6.5.1 | Cantidad De Combustible..... | 25 |
| 2.6.6 | Reservorio Suplementario | 25 |
| 2.6.6.1 | Generalidades | 25 |
| 2.6.6.2 | Reservorio Suplementario | 26 |
| 2.6.6.3 | Componentes | 26 |
| 2.6.6.4 | Bomba De Transferencia..... | 27 |
| 2.6.6.5 | ManoContactor | 28 |
| 2.6.6.6 | Comando De Control..... | 28 |
| 2.6.6.7 | Llave corta fuego. | 29 |
| 2.7 | Sistema eléctrico | 30 |
| 2.7.1 | Generalidades | 30 |
| 2.7.2 | Generación eléctrica..... | 30 |
| 2.7.3 | Generación de corriente continua | 30 |
| 2.7.6 | Relay De Corriente Inversa O Contactor Disyuntor | 31 |
| 2.7.7 | Función Del Contactor Disyuntor | 31 |
| 2.8 | Batería De 28 Voltios..... | 31 |
| 2.8.1 | Precauciones Al Trabajar Con Batería..... | 32 |
| 2.9 | Sistema De Receptáculo De Planta Externa | 33 |
| 2.9.1 | Descripción | 33 |
| 2.10 | Controles E Instrumentos | 33 |
| 2.10.1 | Voltímetro | 33 |
| 2.10.2 | Principal Fuel Tank..... | 34 |
| 2.10.3 | Additional Fuel Tank..... | 34 |
| 2.11 | Interruptores | 35 |

| | | |
|--------|--------------------------------|----|
| 2.12 | Instrumentos de medición | 37 |
| 2.12.1 | Megger..... | 37 |
| 2.12.2 | Multímetro..... | 37 |
| 2.13 | Equipos de medición | 38 |
| 2.13.1 | Hidrómetro | 38 |
| 2.14 | Herramientas y elementos..... | 39 |
| 2.14.1 | Crimpadora | 39 |
| 2.14.2 | Sueldas frías..... | 39 |
| 2.14.3 | Terminales de masa | 40 |
| 2.14.4 | Ty raps o amarras | 40 |

CAPÍTULO III

| | | |
|-----------|---|----|
| 3.1 | Preliminares..... | 41 |
| 3.1.1 | Situación actual del Helicóptero Gazelle SA 342-L..... | 41 |
| 3.1.2 | Situación actual de los componentes eléctricos del Helicóptero Gazelle SA 342-L | 41 |
| 3.2 | Estudio de alternativas. | 41 |
| 3.2.1 | El sistema principal de combustible consta de los siguientes componentes eléctricos: | 41 |
| 3.2.2 | El sistema auxiliar de combustible consta de los siguientes componentes eléctricos: | 42 |
| 3.2.3 | El sistema en general del sistema eléctrico consta de los siguientes componentes: | 42 |
| 3.2.4 | Descripción de Alternativas..... | 43 |
| 3.2.4.1. | Primera alternativa. | 43 |
| 3.2.4.2 | Segunda alternativa..... | 44 |
| 3.2.5 | Análisis de la Factibilidad. | 44 |
| 3.2.5.1 | Primera Alternativa | 44 |
| 3.2.5.1.1 | Ventajas..... | 44 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 3.2.5.1.2 | Desventajas | 44 |
| 3.2.5.2 | Segunda alternativa..... | 45 |
| 3.2.5.2.1 | Ventajas..... | 45 |
| 3.2.5.2.2 | Desventajas | 45 |
| 3.2.6 | Estudio de factibilidad..... | 45 |
| 3.2.6.1 | Factor técnico | 45 |
| 3.2.6.2 | Factor económico | 46 |
| 3.2.7 | Matriz de evaluación y decisión | 46 |
| 3.2.8 | Selección de la mejor alternativa. | 46 |
| 3.2.9. | Ubicación del Helicóptero Gazelle SA 342-L en el área de trabajo..... | 47 |
| 3.3 | Rehabilitación | 49 |
| 3.3.1 | Equipos, herramientas, manuales y materiales a utilizar en la rehabilitación..... | 49 |
| 3.4 | Procedimientos..... | 54 |
| 3.4.1 | Rehabilitación del sistema de combustible principal..... | 54 |
| 3.4.1.1 | Rehabilitación del transmisor de nivel combustible | 54 |
| 3.4.1.2 | Rehabilitación del manocontactor diferencial primario | 55 |
| 3.4.1.3 | Rehabilitación de la bomba de cebado (booster)..... | 55 |
| 3.4.2 | Rehabilitación del sistema de combustible auxiliar..... | 56 |
| 3.4.2.1 | Rehabilitación del transmisor de nivel combustible | 56 |
| 3.4.2.2 | Rehabilitación del manocontactor diferencial auxiliar | 57 |
| 3.4.2.3 | Rehabilitación de la bomba de transferencia de combustible..... | 57 |
| 3.4.4 | Rehabilitación del cableado eléctrico del corazón eléctrico..... | 58 |
| 3.4.5 | Rehabilitación de los indicadores de nivel de combustible | 59 |
| 3.4.6 | Colocación de los fusibles en el panel de control y corazón eléctrico | 62 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.4.7 | Rehabilitación de la batería | 63 |
| 3.4.8 | Colocación de los relés | 65 |
| 3.5 | Diagramas de procesos..... | 67 |
| 3.5.1 | Diagrama de procesos para la rehabilitación de los transmisores de nivel de combustible primario y auxiliar..... | 68 |
| 3.5.2 | Diagrama de procesos para la rehabilitación de los manocontactores diferenciales primario y auxiliar | 70 |
| 3.5.3 | Diagrama de procesos para la rehabilitación de la bomba de cebado y bomba de transferencia del sistema de combustible..... | 72 |
| 3.5.4 | Diagrama de procesos para la rehabilitación de los indicadores de nivel de combustible auxiliar y primario | 74 |
| 3.5.6 | Diagrama de procesos para la rehabilitación del cableado eléctrico..... | 76 |
| 3.5.7 | Diagrama de procesos para la colocación de los fusibles en el panel de control y corazón eléctrico | 78 |
| 3.5.8 | Diagrama de procesos para la colocación de los relés | 80 |
| 3.5.9 | Diagrama de procesos para la rehabilitación de la batería..... | 82 |
| 3.5.10 | Diagrama general de procesos para la rehabilitación de los componentes eléctricos | 84 |
| 3.6 | Pruebas de funcionamiento..... | 85 |
| 3.6.1 | Primera prueba de funcionamiento | 85 |
| 3.6.2 | Segunda prueba de funcionamiento | 86 |
| 3.7 | Descripción de los manuales | 87 |
| 3.7.1 | Tipos de manuales | 87 |
| 3.7.1.1 | Manual de mantenimiento | 87 |
| 3.7.1.2 | Manual de operación | 88 |

| | | |
|-----------|-------------------------------|----|
| 3.8 | Presupuesto..... | 96 |
| 3.8.1 | Análisis de costos..... | 96 |
| 3.8.2.1 | Costos primarios..... | 97 |
| 3.8.2.1.1 | Costos de materiales..... | 97 |
| 3.8.2.2 | Costos secundarios..... | 98 |
| 3.8.2.2.1 | Costos de materiales..... | 98 |
| 3.8.3 | Costo total del proyecto..... | 98 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|-----|---------------------------------|-----|
| 4.1 | CONCLUSIONES..... | 99 |
| 4.2 | RECOMENDACIONES..... | 100 |
| | GLOSARIO..... | 101 |
| | ABREVIATURAS..... | 102 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 103 |
| | ANEXOS..... | 104 |
| | ÍNDICE DE ANEXOS..... | 105 |

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| Figura 2. 1 Helicóptero Gazelle SA 342 – L | 5 |
| Figura 2. 2 Helicóptero Gazelle SA 342 – L | 7 |
| Figura 2. 3 Filtro de combustible | 9 |
| Figura 2. 4 Válvula cortafuego..... | 10 |
| Figura 2. 5 Manocontactor diferencial | 11 |
| Figura 2. 6 Diagrama de corte de combustible | 14 |
| Figura 2. 7 Válvula de purga y vaciado | 15 |
| Figura 2. 8 Esquema del circuito de combustible..... | 17 |
| Figura 2. 9 Esquema del circuito principal de combustible | 18 |
| Figura 2. 10 Esquema del circuito de transferencia de combustible | 19 |
| Figura 2. 11 Reservorio de combustible principal | 21 |
| Figura 2. 12 Transmisor de nivel de combustible..... | 22 |
| Figura 2. 13 Bomba de cebado | 22 |
| Figura 2. 14 Detalle del reservorio principal..... | 24 |
| Figura 2. 15 Reservorio suplementario y bomba de transferencia | 27 |
| Figura 2. 16 Manocontactor diferencial | 28 |
| Figura 2. 17 Llave cortafuego..... | 29 |
| Figura 2. 18 Batería 28V..... | 32 |
| Figura 2. 19 Voltímetro | 33 |
| Figura 2. 20 Indicador de combustible primario | 34 |
| Figura 2. 21 Indicador de combustible auxiliar | 34 |
| Figura 2. 22 Interruptor de batería..... | 35 |
| Figura 2. 23 Interruptor de la bomba de cebado | 35 |
| Figura 2. 24 Interruptor de la bomba de transferencia..... | 35 |
| Figura 2. 25 Luz de batería | 36 |
| Figura 2. 26 Luz de transferencia de combustible | 36 |
| Figura 2. 27 Luz de nivel de combustible primario..... | 36 |
| Figura 2. 28 Luz de filtro | 36 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| Figura 2. 29 Megger | 37 |
| Figura 2. 30 Multímetro..... | 38 |
| Figura 2. 31 Hidrómetro..... | 38 |
| Figura 2. 32 Crimpadora..... | 39 |
| Figura 2. 33 Sueldas frías..... | 39 |
| Figura 2. 34 Terminales de masa..... | 40 |
| Figura 2. 35 Ty raps..... | 40 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|----|
| Figura 3. 1. Traslado del helicóptero Gazelle SA 342-L desde la plataforma del BAE-15 | 47 |
| Figura 3. 2. Limpieza de la sección Gazelle dentro del CEMAE | 48 |
| Figura 3. 3. Ubicación del helicóptero Gazelle SA 342-L en la ranfla de trabajo..... | 48 |
| Figura 3. 4. Equipos utilizados en la rehabilitación de los componentes eléctricos | 50 |
| Figura 3. 5. Herramientas utilizadas en la rehabilitación de los componentes eléctricos..... | 51 |
| Figura 3. 6. Materiales utilizados en la rehabilitación de los componentes eléctricos | 52 |
| Figura 3. 7. Manuales utilizados en la rehabilitación de los componentes eléctricos | 53 |
| Figura 3. 8. Limpieza de los contactos sulfatados del transmisor de nivel de combustible | 54 |
| Figura 3. 9. Limpieza y colocación de terminales de masa del manocontactor..... | 55 |
| Figura 3. 10. Reemplazo de los contactos y limpieza de la bomba de cebado..... | 56 |
| Figura 3. 11. Limpieza de los contactos y cambio de boya del transmisor de nivel | 56 |

| | |
|--|----|
| Figura 3. 12. Limpieza de los contactos y colocación de masas en el manocontactor..... | 57 |
| Figura 3. 13. Cambio de contactos de carbón y limpieza de la bobina de la bomba..... | 58 |
| Figura 3. 14. Suelta con estaño del cableado eléctrico en el corazón eléctrico | 59 |
| Figura 3. 15. Sujeción del cableado eléctrico con las correas de sujeción... | 59 |
| Figura 3. 16. Suelta de los terminales de masa y de corriente del indicador | 60 |
| Figura 3. 17. Colocación del indicador de nivel de combustible auxiliar..... | 61 |
| Figura 3. 18. Colocación del indicador de nivel de combustible primario | 61 |
| Figura 3. 19. Limpieza del panel de fusibles | 62 |
| Figura 3. 20. Colocación de los tornillos faltantes en los paneles de fusibles..... | 63 |
| Figura 3. 21. Colocación de los fusibles nuevos en los paneles de fusibles | 63 |
| Figura 3. 22. Figura 3.22. Rehabilitación de la batería de 28V..... | 64 |
| Figura 3. 23. Colocación de las partes desmontadas y carga de la batería . | 65 |
| Figura 3. 24. Relés de accionamiento..... | 65 |
| Figura 3. 25. Limpieza de relés y contactos de los paneles | 66 |
| Figura 3. 26. Montaje de los relés en los paneles de fusibles y corazón eléctrico | 66 |
| Figura 3. 27. Falla del indicador de nivel de combustible auxiliar..... | 86 |
| Figura 3. 28. Rehabilitación de la falla de nivel del indicador | 87 |

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III

| | |
|--|----|
| Tabla 3. 1 Componentes eléctricos del sistema de combustible del helicóptero Gazelle SA 342-L..... | 42 |
| Tabla 3. 2 Matriz de evaluación y decisión | 46 |
| Tabla 3. 3 Codificación de Equipos | 49 |
| Tabla 3. 4 Codificación de Herramientas | 50 |
| Tabla 3. 5 Codificación de Materiales | 51 |
| Tabla 3. 6 Equipos de protección individual..... | 53 |
| Tabla 3. 7 Simbología del diagrama de procesos..... | 67 |
| Tabla 3. 8 Proceso de rehabilitación de los transmisores de nivel de combustible..... | 69 |
| Tabla 3. 9 Proceso de rehabilitación de los manocontactores diferenciales. | 71 |
| Tabla 3. 10 Proceso de rehabilitación de la bomba de cebado y bomba de transferencia..... | 73 |
| Tabla 3. 11 Proceso de rehabilitación de los indicadores de nivel de combustible | 75 |
| Tabla 3. 12 Proceso de rehabilitación del cableado eléctrico | 77 |
| Tabla 3. 13 Proceso de colocación de los fusibles | 79 |
| Tabla 3. 14 Proceso de colocación de los relés..... | 81 |
| Tabla 3. 15 Proceso de rehabilitación de la batería..... | 83 |
| Tabla 3. 16 Prueba de funcionamiento A | 85 |
| Tabla 3. 17 Prueba de funcionamiento B | 86 |
| Tabla 3. 18 Codificación de manuales | 88 |
| Tabla 3. 19 Total costos primarios | 97 |
| Tabla 3. 20 Total costos secundarios..... | 98 |
| Tabla 3. 21 Total costo del proyecto | 98 |

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad rehabilitar los **componentes eléctricos** del sistema de combustible y conocer los principios de operación y funcionamiento en el Helicóptero **Gazelle SA 342-L**, a través de los manuales de mantenimiento para cada uno de los componentes del sistema de combustible. La particularidad de este sistema permite dar a conocer como se encuentra trabajando el sistema y ayuda al control del mismo. Para rehabilitar el sistema eléctrico del sistema de combustible es necesario conocer cada uno de los componentes del mismo y familiarizarse con ello para estar en la capacidad de manipular y dar adecuado mantenimiento para su correcto funcionamiento. El sistema de combustible debe ser tratado con precaución y con medidas de seguridad, debido a la alta volatilidad del combustible JP1, el mismo que se requiere para la **operación** del sistema. Una vez analizado los componentes eléctricos del sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342-L se procede a verificar el estado de cada uno de los componentes para seguir con el **mantenimiento** requerido según los **manuales** de mantenimiento. Es así que se desarrolla una intervención ardua hasta conseguir el objetivo final, que es un sistema de combustible totalmente rehabilitado.

PALABRAS CLAVES: Componentes eléctricos, Gazelle, operación, mantenimiento, manuales.

SUMMARY

This project aims to rehabilitate the **electrical components** of the fuel system and know the principles of operation and functioning in SA 342 **Gazelle** helicopter-L, through maintenance manuals for each of the components of the fuel system. The peculiarity of this system allows to present as the system is working and helps control. To rehabilitate the electrical system fuel system is necessary to know each of its components and become familiar with it to be in the ability to manipulate and provide proper maintenance for proper operation. The fuel system should be treated with caution and safety measures, due to the high volatility of fuel JP1, the same as is required for system **operation**. After analyzing the electrical components of the fuel system SA 342 Gazelle helicopter-L proceed to check the status of each of the components to continue the **maintenance** required as maintenance **manuals**. It is so arduous intervention develops to achieve the ultimate goal, which is a fuel system completely refurbished.

KEY WORDS: **Electrical components, Gazelle, operation, maintenance, manuals.**

CAPÍTULO I

TEMA

1.1 Antecedentes

En el año de 1954, fue integrada a la fuerza terrestre la primera Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA”, la cual se llamó Servicio Aéreo del Ejército SAE. En 1978, el Servicio Aéreo del Ejército da un paso gigantesco, y se convierte en Aviación del Ejército Ecuatoriano y transformándose en Unidad Operativa con la capacidad de operar aviones de transporte mediano, helicópteros de transporte, asalto y de combate. Con la creación del SAE 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 crea un centro de capacitación llamada Escuela técnica de Aviación del Ejército ETAE – 15, con el fin de formar técnica y humanísticamente al personal de Oficiales, Aerotécnicos.

Durante todo este proceso de evolución de la Escuela Técnica de Aviación del Ejército, se han diseñado diferentes maquetas y CD's interactivos, como es el CD interactivo del funcionamiento de los sistemas básicos del helicóptero Gazelle SA-342-L, para llevar a cabo prácticas que ayudan a la formación técnica de los Oficiales y Aerotécnicos, en ese sentido se ha tratado de brindar un servicio de alta calidad en cada especialidad, pero los talleres y la biblioteca que en la actualidad existen no son suficientes para abarcar las necesidades del personal de mantenimiento actual; a pesar del proceso de renovación que se está dando el establecimiento académico.

Por tal motivo se ha visto la necesidad de implementar este proyecto práctico e innovador para fortalecer y superar las falencias creando en este un aprendizaje mucho más práctico y moderno en el cual los alumnos

puedan recibir capacitación por parte de sus instructores en el ámbito aeronáutico, ya que en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército (ETAE) no cuenta con una herramienta pedagógica que apoye directamente a la enseñanza aprendizaje de los alumnos en lo concerniente a la especialidad de Helicópteros.

1.2 Planteamiento del Problema

La Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA”, situada en el Cantón Rumiñahui de la Provincia de Pichincha, es una Brigada operativa de la Fuerza Terrestre Ecuatoriana, la misma que brinda servicios de mantenimiento de aeronaves y transporte aéreo, desde su creación en 1954 la Brigada Aérea se ha visto en la necesidad de capacitar a sus Técnicos y Pilotos con la finalidad de mantener operativas sus Aeronaves y así cumplir su misión de una manera satisfactoria.

Para realizar esta tarea la Brigada Aérea cuenta con una Unidad dedicada a la preparación académica y técnica del personal que cumple con los trabajos de mantenimiento para apoyar a las operaciones de la Brigada y por ende brindar un excelente servicio de mantenimiento de aeronaves.

Los continuos avances tecnológicos no van de la mano con la preparación de los alumnos que se capacitan en esta Escuela, los cuales han visto reducidas sus opciones de aprendizaje al no contar con los suficientes instrumentos necesarios y actuales para su preparación, ya que la misma carece de material práctico, como un helicóptero escuela que facilite un adecuado aprendizaje del mantenimiento de aeronaves.

De no solucionarse estos problemas seguirán conservándose las falencias, en cuanto a capacitación y mantenimiento se refiere ya que la aviación es un mundo en constante evolución y por ende sus técnicos necesitan actualizar sus conocimientos permanentemente.

Es indispensable la mejora y actualización del material práctico existente para que los alumnos puedan optimizar sus conocimientos y realizar una apropiada labor de mantenimiento en las aeronaves a cargo de la brigada aérea.

1.3 Justificación

El trabajo a realizar tiene como propósito que la Escuela Técnica de Aviación del Ejército cuente con un proyecto práctico e innovador para que los alumnos de dicha institución consigan una base en los conocimientos adquiridos en clase, así fortaleciendo las habilidades y destrezas de un técnico aeronáutico.

Mediante el desarrollo de la nueva tecnología se ha creído conveniente la implementación de nuevas herramientas que ayuden a las nuevas generaciones a mejorar su capacitación práctica en el campo aeronáutico.

La especialidad de mecánica aeronáutica ha visto conveniente elaborar este proyecto práctico para que se obtengan conocimientos más completos acerca de los componentes eléctricos del sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342-L, que son poco conocidos e indispensables para el correcto funcionamiento de la aeronave.

1.4 Objetivos

1.4.1 Generales

Rehabilitar los componentes eléctricos del sistema de combustible según los manuales de mantenimiento del Helicóptero Gazelle SA 342-L para la capacitación práctica de los alumnos del curso de aerotécnicos de la especialidad de helicópteros en la “Escuela Técnica De Aviación Del Ejército”.

1.4.2 Específicos

- Recopilar información referente a los componentes eléctricos del sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342 – L.
- Realizar un estudio de las condiciones actuales en que se encuentran los componentes eléctricos del sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342–L.
- Implementar las partes faltantes del sistema de Combustible del Helicóptero Gazelle SA 342 – L.
- Ejecutar la rehabilitación de los componentes eléctricos del sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342 -L.
- Realizar las pruebas de funcionamiento y operación correspondientes de los componentes eléctricos del sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342 - L.

1.5 Alcance

La rehabilitación de los componentes eléctricos del sistema de combustible será ejecutada para cumplir con el correcto funcionamiento del mismo, y está dirigido hacia aquellas personas que actualmente se capacitan en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército, específicamente para el personal técnico de la especialidad de Helicópteros, y que a la vez será fuente de ayuda de todos aquellos interesados en el tema, permitiendo aumentar la eficiencia profesional del personal de mantenimiento aeronáutico, logrando así un entendimiento positivo referente al sistema de combustible y cada uno de sus componentes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción



Figura 2. 1 Helicóptero Gazelle SA 342 – L

El Eurocopter/Aérospatiale SA 342- L Gazelle ("Gacela") es un helicóptero de origen francés, ligero, polivalente, de estructura metálica, concebido en la segunda mitad de los años 60 del siglo XX por Sud-Aviation y producido en serie a principio de los años 70 del siglo XX por la Société Nationale Industrielle Aérospatiale (SNIAS o Aérospatiale) en colaboración con Westland Helicopters (Reino Unido).

Dio origen a dos versiones comerciales principales (cuyas nomenclaturas son SA-341 y SA-342). Aunque la mayor parte de su producción fue destinada a ejércitos nacionales (Francia, Ecuador, Marruecos, Reino Unido, Yugoslavia, Egipto, Kuwait, Irak, entre otros), ya que esa era su misión principal. También gozó de cierto éxito en el ámbito civil. A pesar de su antigüedad, esta aeronave sigue constituyendo la principal fuerza de

helicópteros de combate de muchos países. El Gazelle nace como consecuencia del SA-330 Puma. Su función primordial es antitanque, antihelicóptero, de ataque a puestos de mando y a depósitos logísticos, de reconocimiento, transporte y entrenamiento. Este helicóptero está compuesto por tres aspas montadas encima de la cabina y una en la parte posterior. El motor está montado encima del fuselaje hacia la parte posterior del helicóptero. La cabina tiene forma redondeada que permite una visualización total para el personal de vuelo.

2.2 Presentación de la aeronave

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

2.2.1 Las principales misiones son:

- Reconocimiento
- Observación
- Soporte de Armamento Ligero
- Evacuación Sanitaria
- Transporte de Carga Ligera
- Entrenamiento de tripulaciones

2.2.2 Características principales

- **MODELO:** SA-342-L
- **FABRICACIÓN:** Francesa
- **MISIONES:** Combate (anti delincriminal)
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

- **REGÍMENES**
 - Velocidad regulada: 43.000 ± 200 rpm.

2.2.3 Características generales

Dimensiones principales aproximadas en metros:

| | |
|--------------------|--------|
| Diámetro del rotor | 10.500 |
| Longitud total | 11.972 |
| Altura | 3.192 |

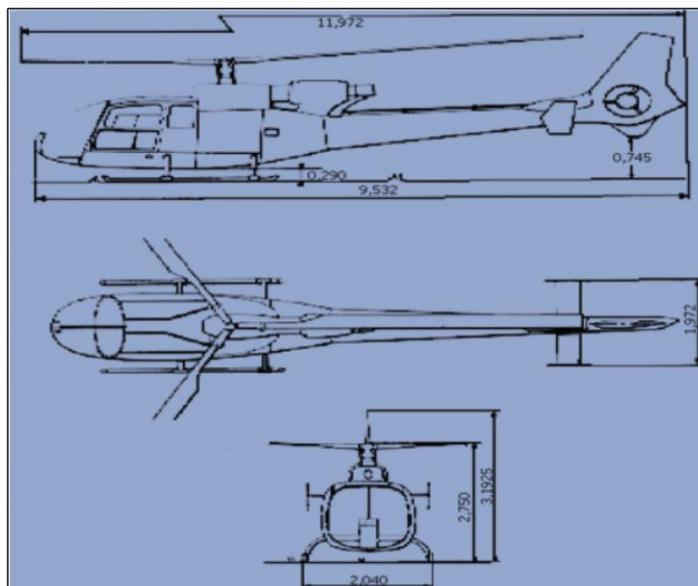


Figura 2. 2 Helicóptero Gazelle SA 342 – L

Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

2.3 Estructuras

El Helicóptero Gazelle por sus misiones y por sus características necesita de una estructura liviana y resistente para responder a las demandas de resistencia y adaptabilidad en vuelo, es por estas razones que el constructor en base a estudios realizados ha determinado cuales son los materiales más adecuados, los que cumplen con las exigencias internacionales de aeronavegabilidad. Los materiales son en su mayoría compuestos con diversas aleaciones tanto en aluminio como en acero, dando a estos materiales de base mayor dureza, considerando siempre el peso que es un factor muy importante en aviación.

2.3.1 Tipos de estructura

Existen varios tipos de estructuras que son aplicadas a diferentes partes del helicóptero Gazelle y en algunos casos dan características particulares de resistencia:

- Estructura Costillar
- Estructura Sándwich
- Estructura Vidriosa o Transparente

2.4 Circuito De Combustible

2.4.1 Reservorio Auto Obturante

- Capacidad utilizada 460 litros
- Capacidad no obturante 160 litros
- Combustible no medible: máximo 2,0 litros.

2.4.1.1 Electro Bomba

- Tensión 27V
- Consumo máximo 2,2A
- Caudal 180 lt/h
- Presión de funcionamiento 500 milibares.

Esta bomba esta acoplada al reservorio por intermedio del colector o sumidero de tipo auto-obturante, es de dos tipos una llamada zenith y y bronzavia.

2.4.1.2 Filtro

El filtro se compone de un cuerpo (2), equipado de un indicador de taponado (1), que se levanta por una acción de una válvula bypass (3) cuando el elemento filtrante (4) esta taponado. El elemento filtrante y el deflector (6) están montados en una cuba (5) permitiendo la purga por medio de una válvula montada al exterior en el lado derecho del aparato.

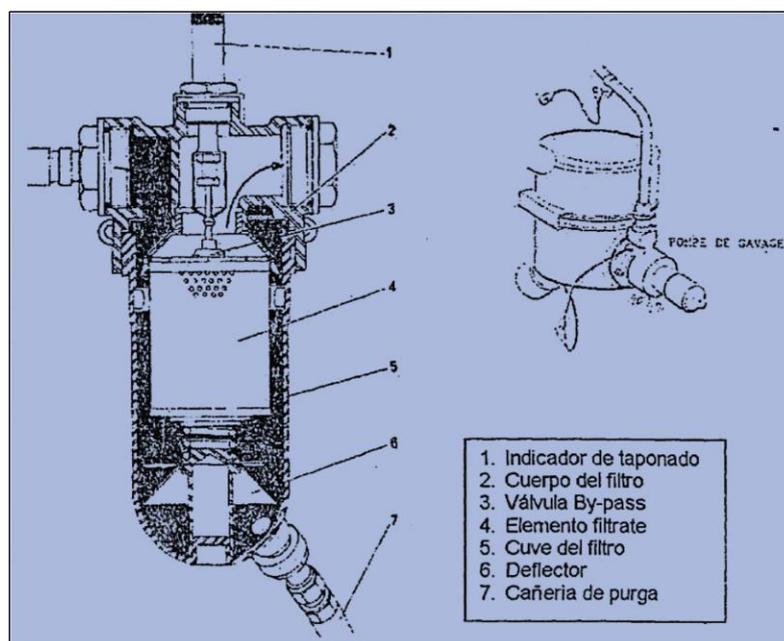


Figura 2. 3 Filtro de combustible

Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

2.4.1.3 Descripción Del Filtro

1. Indicador de taponado
2. Cuerpo del filtro
3. Válvula bypass
4. Elemento filtrante
5. Cuba del filtro
6. Deflector

2.4.1.4 Filtro Metálico

Potencia filtrante 10 micras en el elemento de papel, 12 micras en el elemento metálico. Flujo nominal 200 lit /h calibración para la válvula bypass P= 280 milibares más menos 20.

2.4.1.5 Válvula Corta Fuego

La válvula corta fuego, situada después del filtro aísla el circuito de alimentación del G.T.M. Esta accionada por una manija corta fuego ubicada en la parte superior de la cabina.

- Presión de utilización 500 milibares
- Flujo nominal 200 lt/ h.

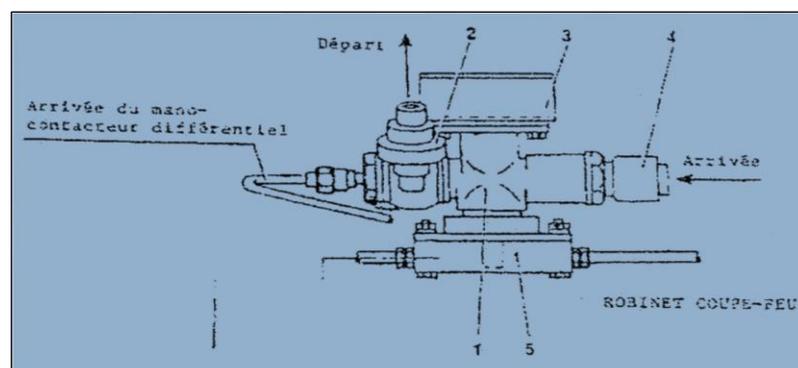


Figura 2. 4 Válvula cortafuego

Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

2.4.1.6 ManoContactor Diferencial

El manocontactor, montado en derivación entre la entrada y la salida del filtro, enciende la luz "FILT" en el tablero de alarma por una presión diferencial de 140 milibares \pm 20, esto se produce antes de la abertura del bypass (PM. 280 milibares \pm 20).

- Tensión 27 V
- Consumo máximo 0,1 A
- Cerrado del circuito eléctrico por diferencia de presión Delta P= 140 milibares (\pm 20).

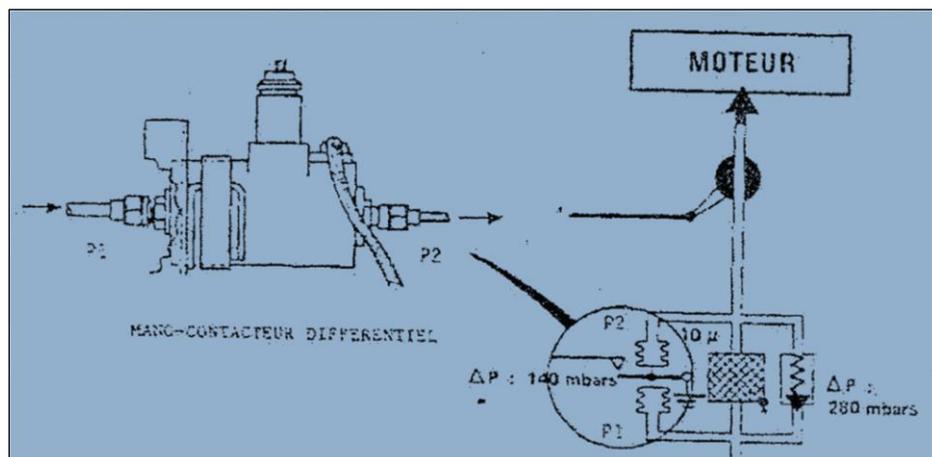


Figura 2. 5 Manocontactador diferencial

Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

2.4.1.7 Transmisor De Cantidad De Combustible

- Tensión 28 V

2.4.1.8. Indicador De Cantidad De Combustible

- Tensión 28 v
- Consumo 1.6 w

2.5 Descripción Y Funcionamiento

El circuito principal está compuesto de:

- Un reservorio
- Un circuito de alimentación para el grupo turbo motor (G.T.M)
- Un conjunto de control de combustible

2.5.1 Reservorio

El reservorio flexible está situado en compartimiento detrás de la cabina entre la plancha mecánica y el compartimiento de equipaje de los pasajeros, está alojado en las paredes por intermedio de pasadores y receptáculos.

2.5.1.1 Sistema Principal Del Reservorio

2.5.1.1.1 Características

- Capacidad útil: 460 litros
- Capacidad no consumible: 2 litros

El reservorio principal es de tipo vejiga flexible, auto-obturante (cantidad protegida 160 lt), de los 460 lt de combustible consumible, fijado en el cajón superior de la estructura central. Este es fijado a las paredes de su alojamiento por un tirante fijado interiormente que asegura el refuerzo de la plancha central de la estructura sobre la cual reposa el reservorio.

Dos puertas de acceso atornillado sobre los costados del reservorio permiten el desmontaje del tirante, sus accesorios y del reservorio mismo.

Una toma del tanque de auto transporte situado a la derecha sobre la cara superior del reservorio desemboca sobre la plancha mecánica, una cañería

de respiradero dotado de una toma para la ventilación del reservorio de auto transporte. El respiradero conducto vertical a lo largo de la pared trasera y desemboca bajo el fuselaje.

2.5.1.1.2 Descripción Y Localización

El reservorio y el circuito de alimentación comprenden los accesorios siguientes:

2.5.1.1.3 Transmisor De Nivel De Combustible

El transmisor de nivel de combustible es de tipo flotador y tiene un contacto que provoca el encendido de la luz "FUEL" en el tablero de alarma, cuando la cantidad de combustible restante en el reservorio es de 50 litros ± 5 , 13.2 galones (20 min de vuelo teórico).

2.6 Alimentación al G.T.M.

G.T.M. esta accionada por una manija corta fuego ubicada en la parte superior de la cabina.

La bomba de cebado (4) envía el combustible al G.T.M. (1) a través de: un filtro 12 u (3) equipado de un bypass (6), el mismo que se abre cuando existe una $p = 280$ milibares ± 20 .

Una llave cortafuego, normalmente se abre cuando se acciona la manija cortafuego (10) desde la cabina.

Un manocontactador diferencial (2) que está montado en derivación entre la entrada y salida del filtro. Toda variación de presión (principalmente de un taponamiento del filtro) provoca la iluminación de la luz "FUEL" en el tablero

de alarma cuando la $p = 140$ milibares ± 20 , esto se produce antes de la abertura del filtro $p = 280$ milibares ± 20 .

Un contacto provoca la iluminación de una luz "FILT" (8) al tablero de alarmas.

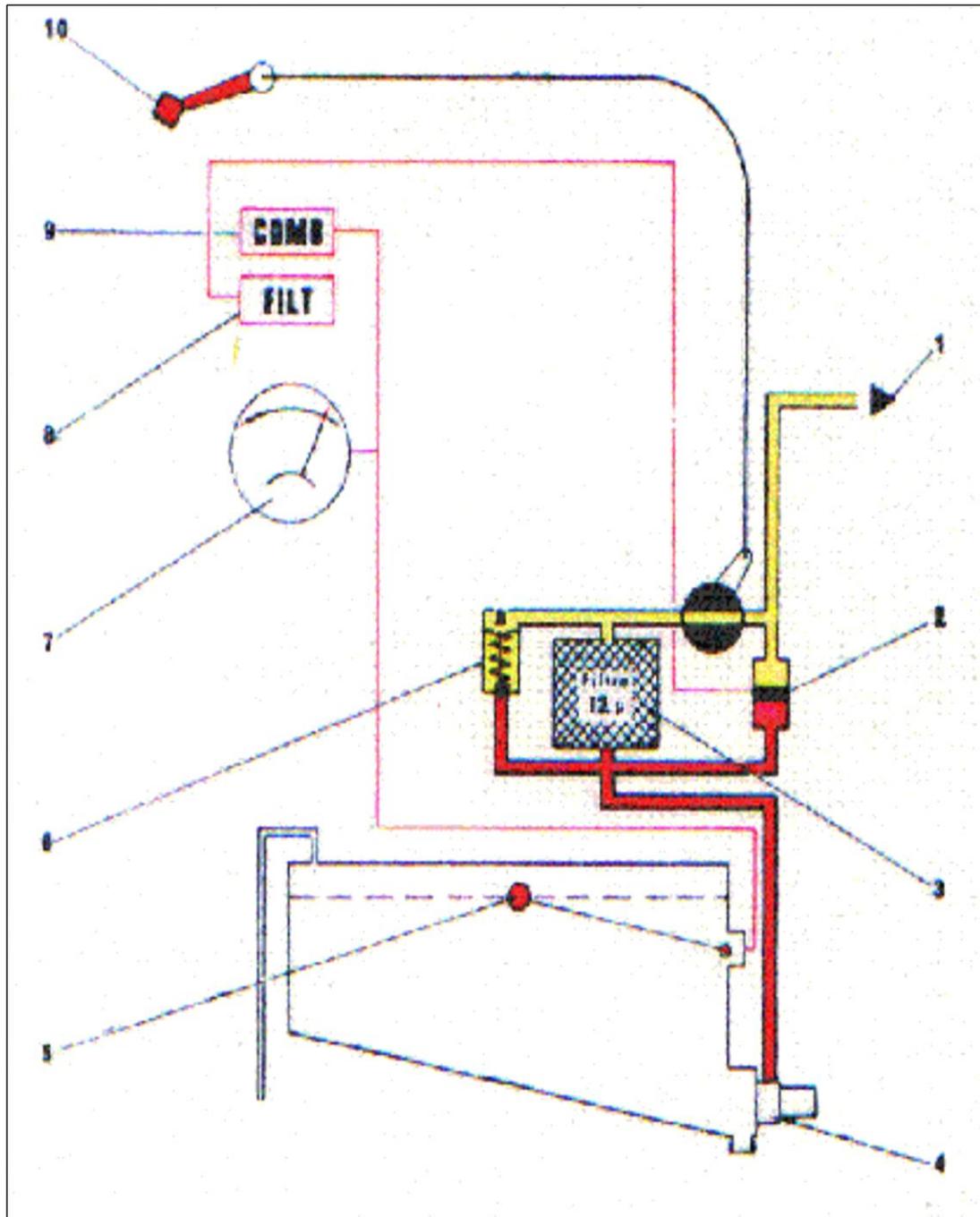


Figura 2. 6 Diagrama de corte de combustible

Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

1. Salida de combustible al G.T.M.
2. Manocontactador diferencial
3. Filtro
4. Bomba de cebado
5. Transmisor de nivel
6. Bypass
7. Indicador cantidad de combustible
8. Luz filtro tapado 140m. bar (± 20)
9. Luz bajo nivel menos de 50 lt
10. Manija cortafuego

La alimentación al G.T.M consta los siguientes accesorios:

2.6.1 Válvula Combinada De Purga Y Vaciado

Esta acoplada en la base del colector, este tapón permite en su posición normal drenar y cambiando de posición al vaciado rápido DECANTACIÓN.

El tapón tiene la inscripción "DECANTACIÓN" en la base la purga se efectúa ejerciendo una presión en la válvula de purga y VACIADO.

Invertido el tapón con la inscripción en la base y atornillado en el cuerpo la válvula se abre, el caudal está regulado en el atornillado más o menos del tapón.

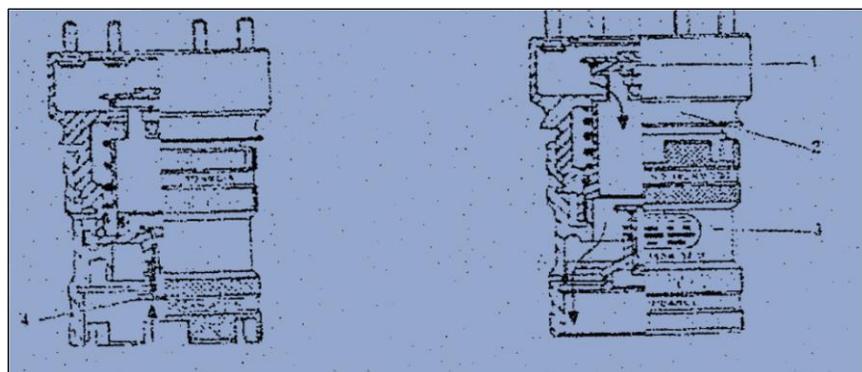


Figura 2. 7 Válvula de purga y vaciado

Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

2.6.2 Esquema Del Circuito De Combustible

El circuito de combustible consta de los siguientes accesorios:

1. Reservorio principal
2. Reservorio suplementario
3. Bomba de cebado
4. Bomba de transferencia del reservorio suplementario
5. Llave de mando manual
6. Transmisor de nivel del tanque principal
7. Transmisor de nivel del tanque suplementario
8. Indicador de nivel del tanque suplementario
9. Manocontactor
10. Luz de la bomba de transferencia del tanque suplementario
11. Tapón de llenado
12. Respiradero
13. Luz de indicación de bajo nivel
14. Indicador de nivel de combustible del tanque principal
15. Colector o sumidero
16. Manocontactor
17. Respiradero general
18. Alimentación G.T.M
19. Cañería de llenado

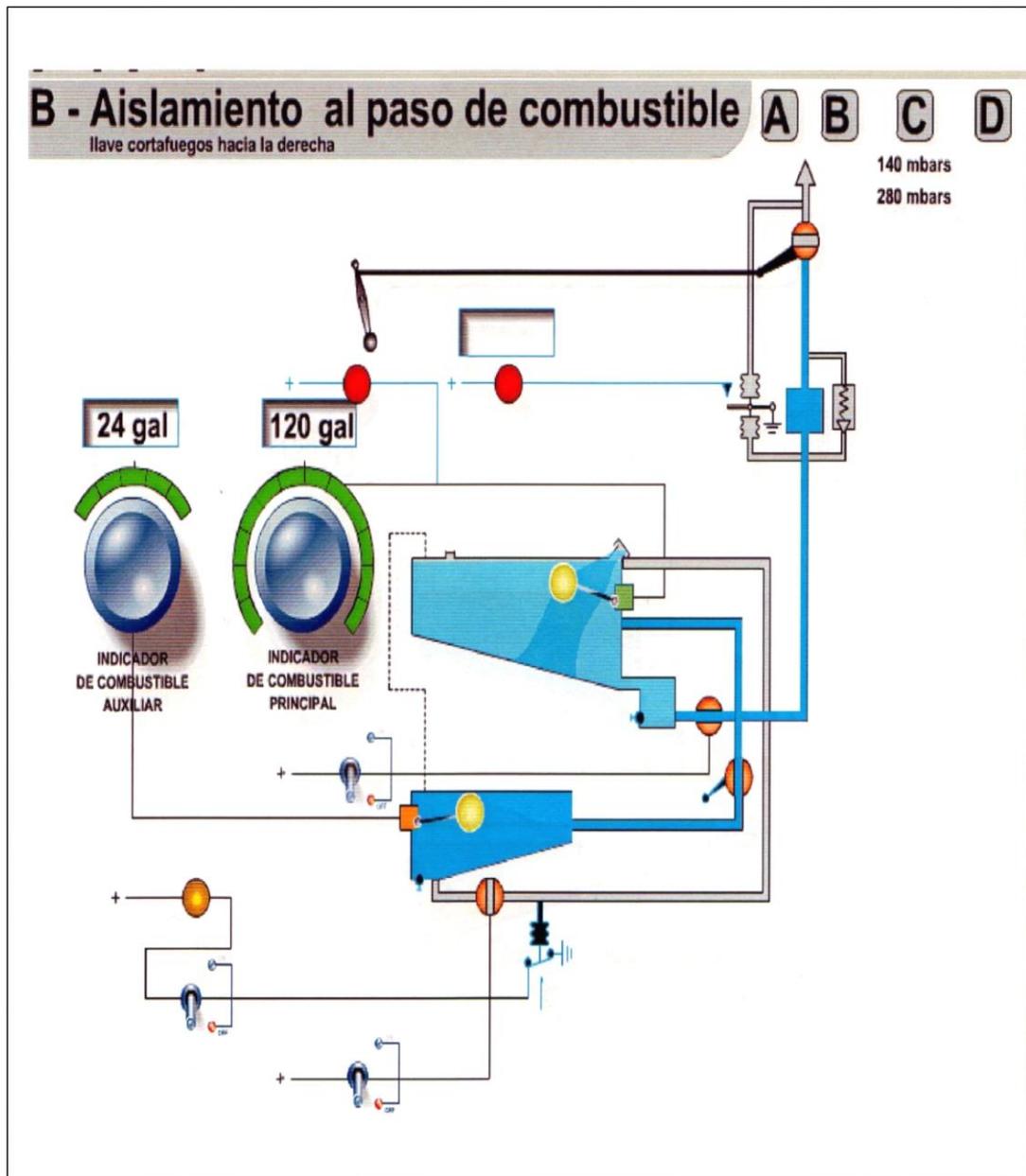


Figura 2. 8 Esquema del circuito de combustible

2.6.3 Esquema Del Control Del Circuito Principal De Combustible

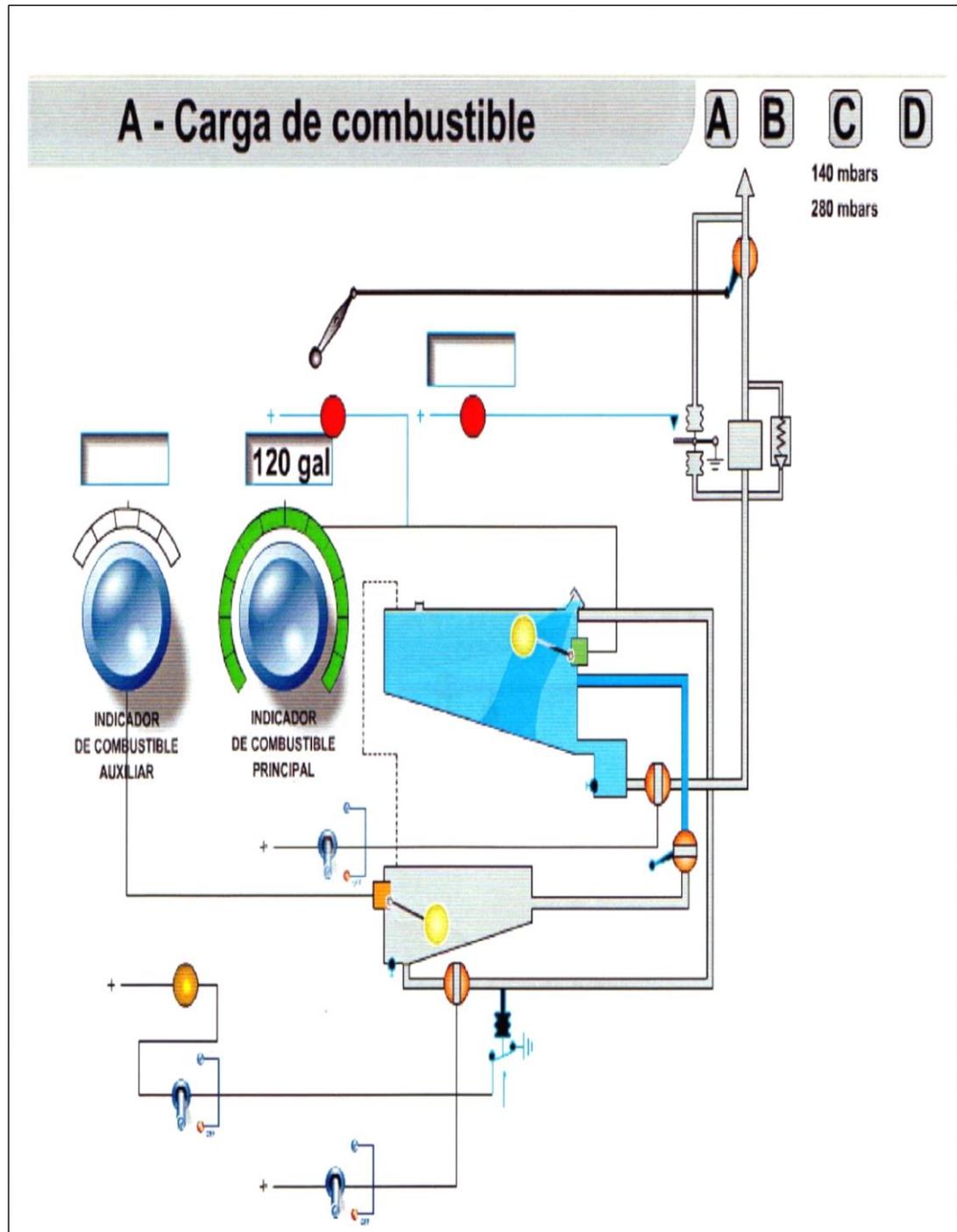


Figura 2. 9 Esquema del circuito principal de combustible

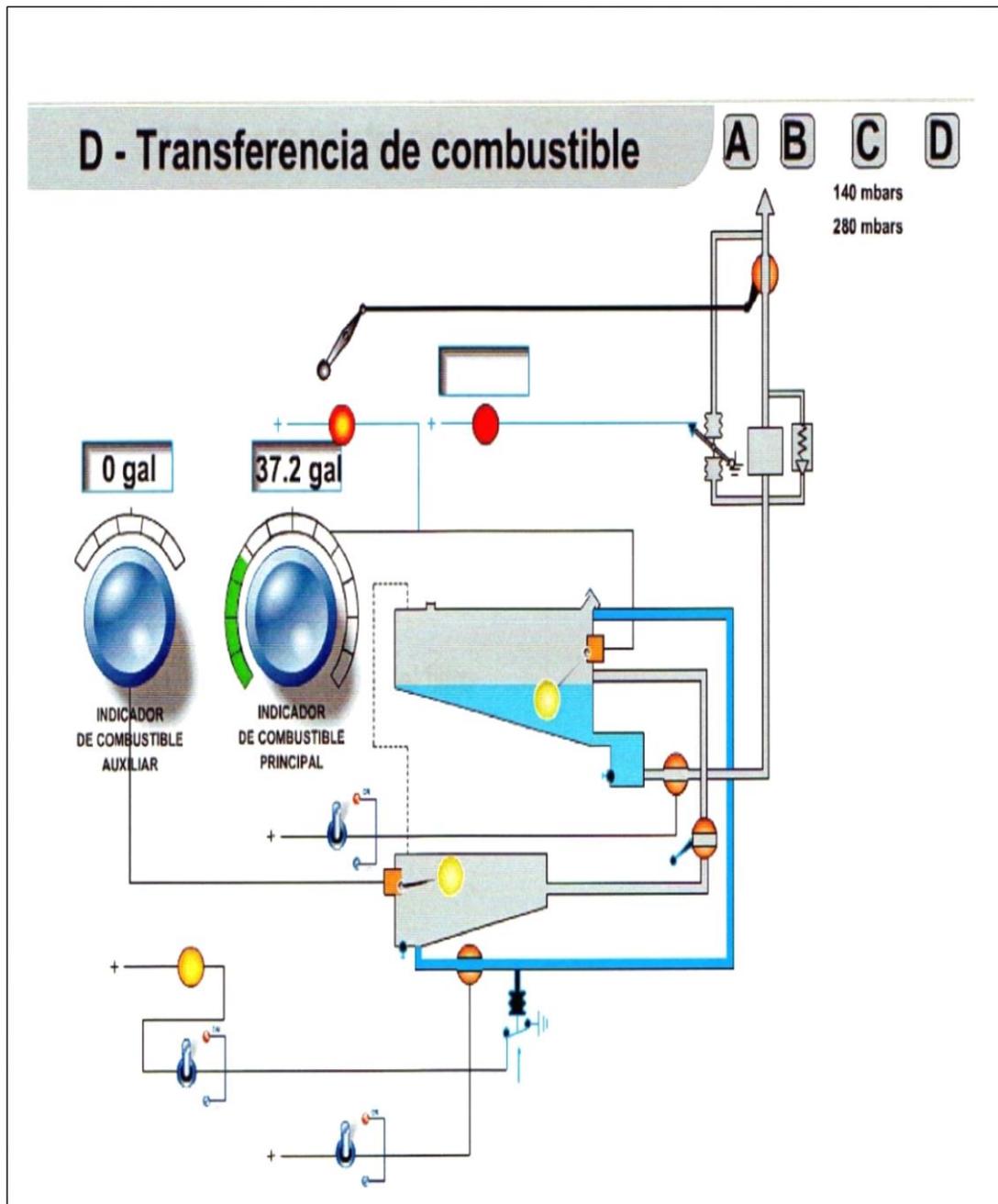


Figura 2. 10 Esquema del circuito de transferencia de combustible

1. Maneta de mando de la válvula corta fuego
2. Válvula corta fuego
3. Bypass
4. Filtro
5. Manoccontactor diferencial
6. Reservorio principal

7. Indicador de nivel
8. Colector o sumidero
9. Bomba de cebado
10. Válvula de aislamiento
11. Reservorio suplementario
12. Manocontactor
13. Bomba de transferencia
14. Interruptor de mando de la bomba de transferencia
15. Luz de presión de la bomba de transferencia
16. Indicador de nivel
17. Interruptor de mando de la bomba de cebado
18. Indicador de nivel del reservorio suplementario
19. Indicador de nivel del reservorio principal
20. Luz de bajo nivel
21. Luz de taponado del filtro

2.6.4 Circuito De Combustible Principal

El circuito de combustible contiene una instalación principal que comprende:

- Un reservorio equipado
- Un circuito de alimentación de accesorios
- Un circuito de control
- Una instalación del reservorio suplementario

2.6.4.1 Reservorio Principal

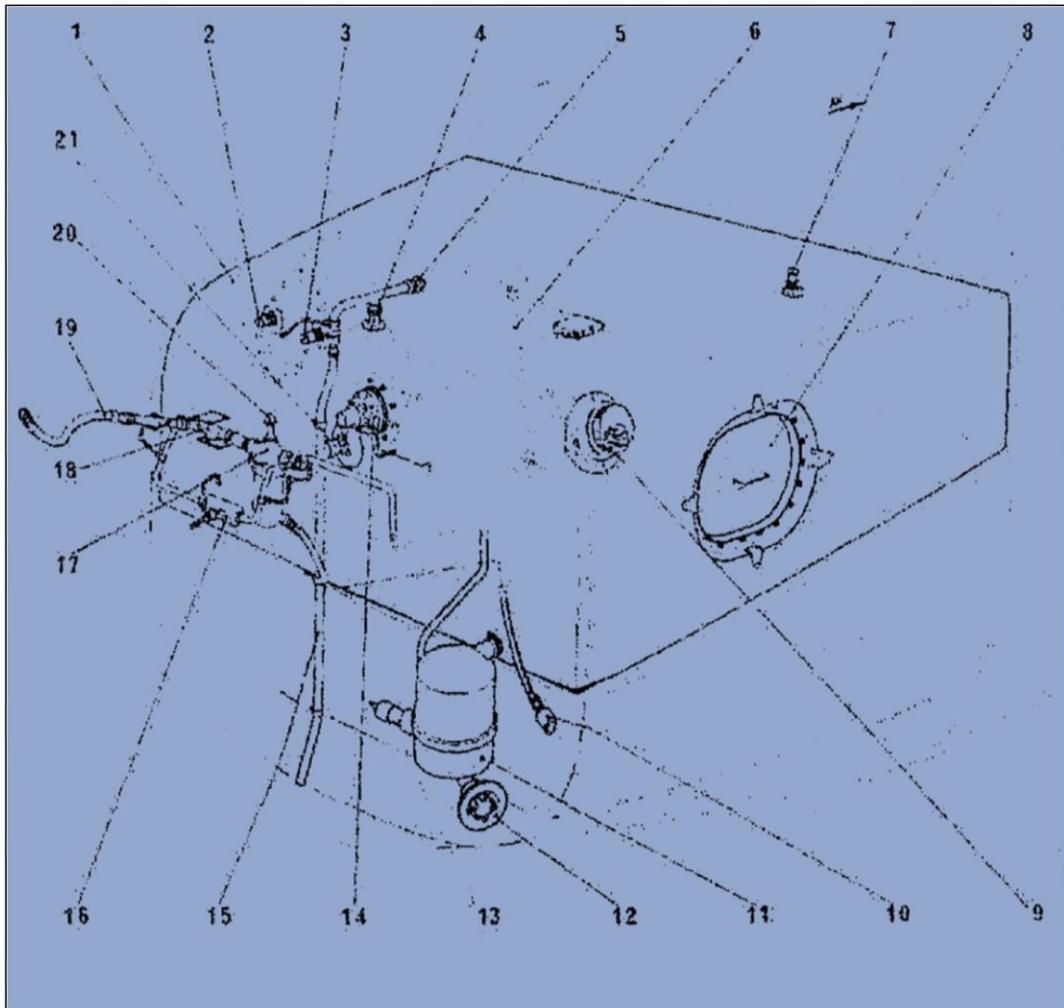


Figura 2. 11 Reservorio de combustible principal

Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

2.6.4.2 Circuito De Alimentación Y Accesorios

2.6.4.2.1 Descripción Y Localización

El reservorio y el circuito de alimentación comprenden los accesorios siguientes:

2.6.4.3 Transmisor De Nivel De Combustible

El transmisor de nivel de combustible es de tipo flotador, tiene un contacto que provoca el encendido de la luz “FUEL” en el tablero de alarma, cuando la cantidad de combustible utilizable restante en el reservorio es de 50 litros ± 5 (20 minutos de vuelo teórico).

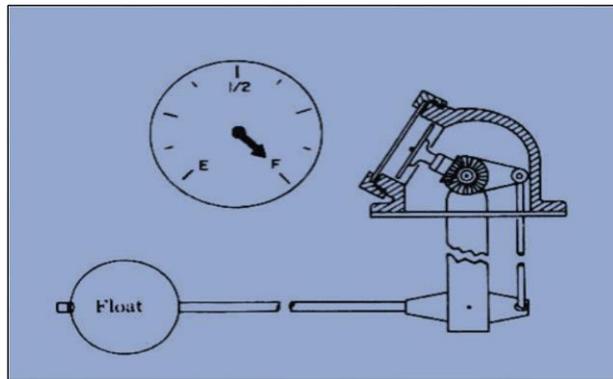


Figura 2. 12 Transmisor de nivel de combustible

Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

2.6.4.4 Electro-Bomba De Cebado

Esta bomba esta acoplada al reservorio por intermedio del colector o sumidero de tipo auto-obturante. Permite la puesta en presión del combustible desde el reservorio de base hasta el G.T.M, equipada de un By-Pass que permite la alimentación directa del G.T.M, por aspiración en caso de falla de la bomba, es comandada por un interruptor eléctrico en el panel de instrumentos.

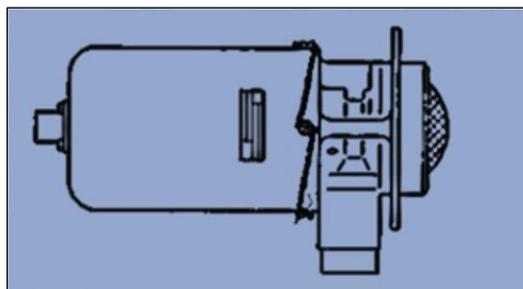


Figura 2. 13 Bomba de cebado

Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

2.6.4.5 Detalles Del Reservorio Principal

DETALLE 1

Nos demuestra cómo está constituida la toma del respiradero del reservorio suplementario.

DETALLE 2

Nos demuestra la forma de la instalación del respiradero del reservorio principal.

DETALLE 3

Nos demuestra la forma de acoplamiento del transmisor de nivel de combustible.

DETALLE 4

Nos demuestra la forma de cómo está unido el reservorio con la estructura en la parte central.

DETALLE 5

Nos demuestra la instalación de las puertas de acceso al reservorio.

DETALLE 6

Nos demuestra de cómo está constituido el orificio de llenado de combustible al reservorio principal.

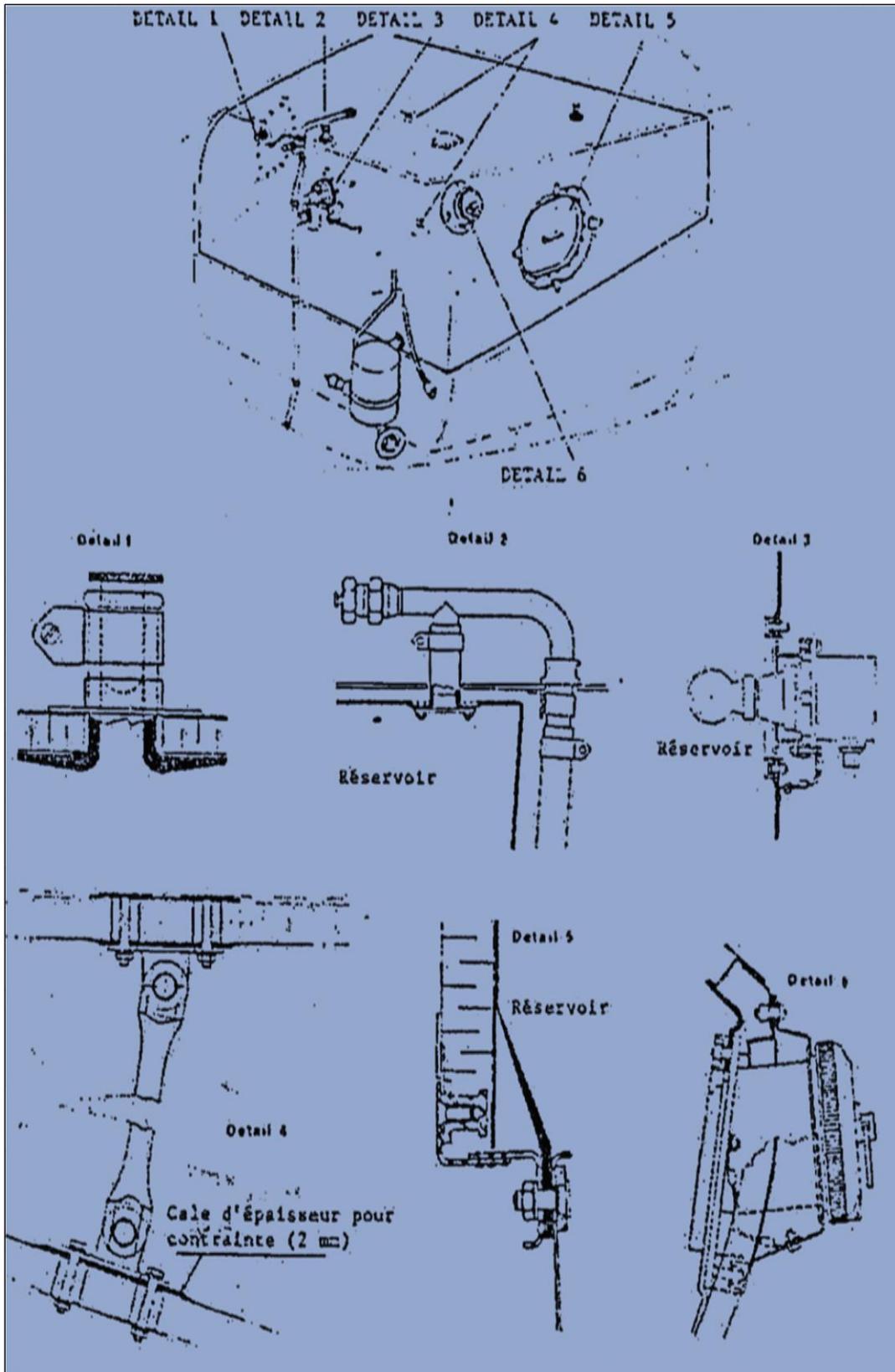


Figura 2. 14 Detalle del reservorio principal

Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

2.6.5 Funcionamiento

2.6.5.1 Cantidad De Combustible

El conjunto indicador de nivel de combustible es graduado nos da una indicación de la cantidad de combustible que contiene el reservorio principal de los helicópteros. Esta indicación está dada en litros, galones o libras según la versión.

El conjunto comprende un transmisor y un indicador. Un amortiguador electrónico incorporado al transmisor atenúa las señales de baja frecuencia de la salida del transmisor provocados por los “bamboleos” (movimientos) del combustible en el interior del reservorio.

Un contactor de bajo nivel de combustible accionado cuando la cantidad de combustible desciende de 50 litros, provoca el encendido de una luz de alarma (20 minutos de vuelo teórico).

2.6.6 Reservorio Suplementario

2.6.6.1 Generalidades

| ELEMENTO | PARTE |
|------------------------|---------------------|
| Bomba de transferencia | 2180-F |
| Drene | A.4041-Z |
| Manocontactor | 1.224.85 |
| Transmisor de nivel | 704A.67.0041.01O.02 |
| Indicador de nivel | 704A.67.0040.00 |

2.6.6.2 Reservorio Suplementario

- Capacidad de utilización 90 lit : 24 gls : (71 kg)

El depósito es metálico de forma de poliedro, está instalado en la parte inferior de la estructura central y fijada sobre cuatro herrajes por medio de pernos, sobre la plancha del compartimiento. El reservorio tiene una capacidad de 90 litros (24 gls) LLENADO – TRANSFERENCIA – RESPIRADERO.

El llenado al reservorio suplementario es efectuado por gravedad desde el reservorio principal por medio de la tubería. Según versión, al aislamiento del reservorio suplementario es posible por medio de una llave manual.

La transferencia es asegurada por medio de la bomba. El combustible es aspirado por la tubería y elevado por la cañería llegando al depósito principal. Un manocontactor se comunica a la bomba por medio de la cañería, el mismo que indica el final de la transferencia iluminando un foco situado en el panel de instrumentos.

El respiradero está asegurado al sistema del reservorio principal por medio de la cañería.

2.6.6.3 Componentes

- 1- Reservorio
- 2- Manocontactor
- 3- Cañería de aspiración
- 4- Drene
- 5- Cañería de alimentación del manocontactor
- 6- Bomba de transferencia
- 7- Herrajes de fijación

- 8- Toma de llenado
- 9- Respiradero
- 10- Cañería de llenado
- 11-Cañería de descargo
- 12-Cañería de respiradero de mando manual
- 13-Transmisor de nivel

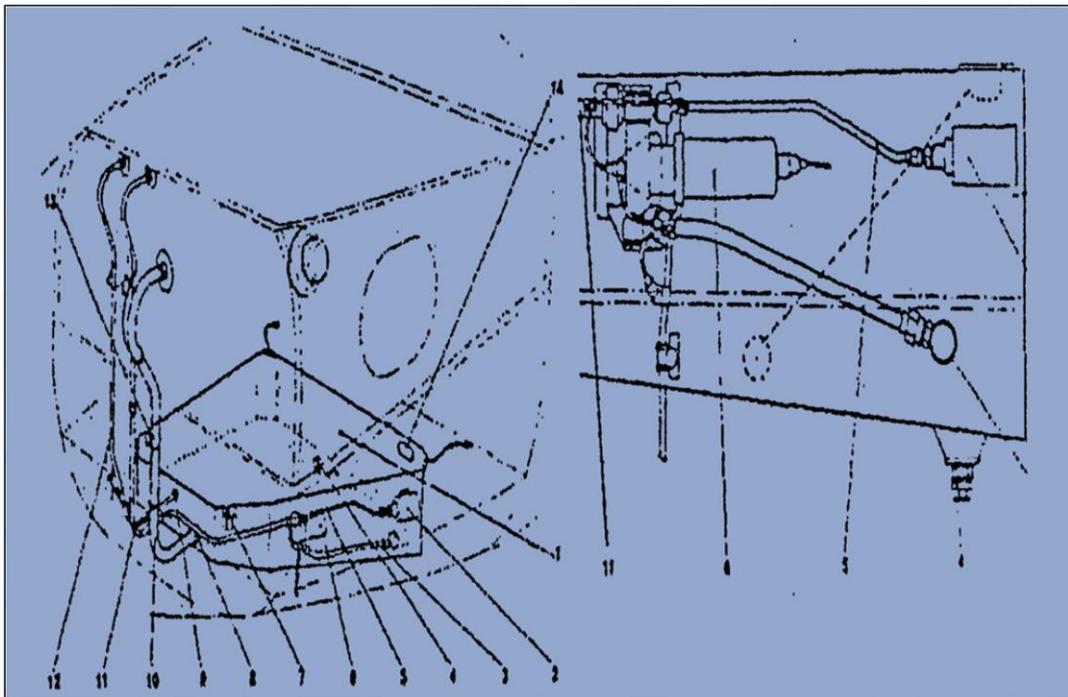


Figura 2. 15 Reservorio suplementario y bomba de transferencia
Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

2.6.6.4 Bomba De Transferencia

- Tensión 27 V.c.c
- Consumo 40 W
- Consumo 3,2 A máximo
- Flujo mínimo 350 lit/h para una presión de refrigeramiento de 80 m.bar.
- Flujo mínimo 280 lit/h para una presión de refrigeramiento de 700 m.bar.

- Flujo mínimo 210 lit/h para una presión de refrigeramiento de 1300 m.bar.

Permite la transferencia del combustible entre los diferentes reservorios de la aeronave, es comandada por un control acompañado por una luz de alerta, su instalación es en el exterior del reservorio.

2.6.6.5 ManoContactor

- Tensión 28 V.c.c
- Consumo 0,2 A
- Válvula de presión 0 a 100 m.bar.

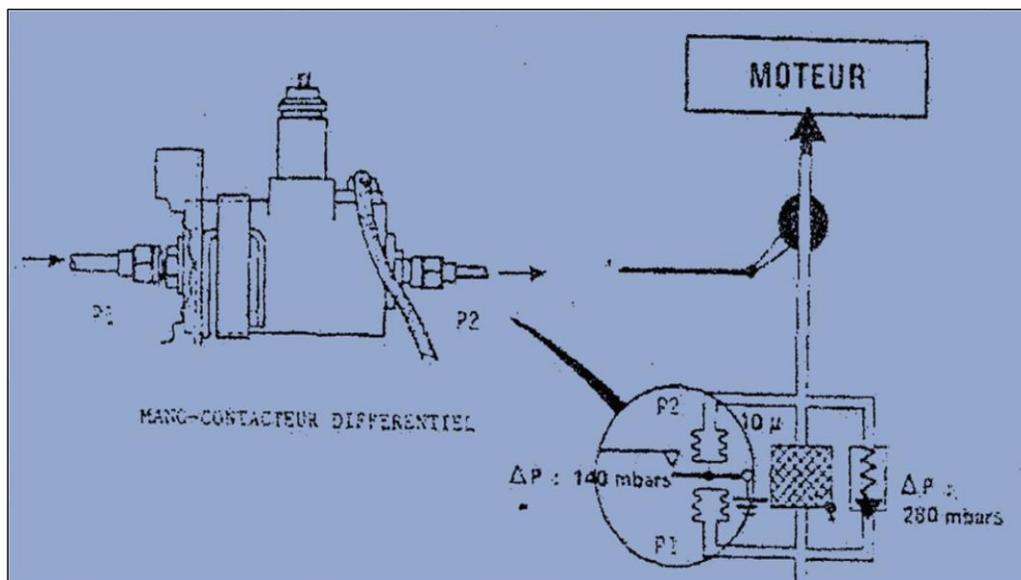


Figura 2. 16 Manocontactor diferencial

Fuente: Manual de Mantenimiento Helicóptero Gazelle SA 342 - L

2.6.6.6 Comando De Control

El circuito de control de la instalación del reservorio suplementario está compuesto de:

- Un manocontactor
- Un foco de indicación de fin de transferencia de combustible
- El circuito esta alimentado por 28 Vcc

El manocontactor está ubicado a la salida de la bomba de transferencia y está conectado al foco de indicación situado en el panel de instrumentos o abordo.

La presión de combustible de transferencia mantiene abierta el contacto del manocontactor: hasta que la presión del combustible disminuya a un valor igual o inferior a 100mb haciendo contacto e iluminando el foco de fin de transferencia; en este momento se debe colocar el interruptor de la bomba en la posición parada.

2.6.6.7 Llave corta fuego.

La llave corta fuego permite en caso necesario de aislar el G.T.M., y detener la alimentación de combustible para detener inmediatamente el funcionamiento general del motor.

Está situado generalmente antes del G.T.M., para de esta manera aislar toda alimentación.



Figura 2. 17 Llave cortafuego

2.7 Sistema eléctrico

2.7.1 Generalidades

Los helicópteros GAZELLE SA-342-L son alimentados por:

- Un circuito de generación de corriente continua
- Un circuito de generación de corriente alterna
- El generador arrancador y el alternador se encuentran montados en el G.T.M y accionados por el mismo
- La batería de peso importante, está localizada en el extremo delantero para facilitar la ventilación.

2.7.2 Generación eléctrica

Tenemos dos tipos de corriente:

- Alterna
- Continua

2.7.3 Generación de corriente continua

No tiene frecuencia su voltaje es de 28,5 voltios, está en el helicóptero, y es alimentado por las siguientes fuentes:

- Un generador arrancador de cebado
- Una batería
- Una fuente o planta externa
- Distribuida por los fusibles (que distribuyen la energía a los diferentes sistemas)

2.7.6 Relay De Corriente Inversa O Contactor Disyuntor

Está encerrado en una caja rectangular instalada en el corazón eléctrico.

Esta unidad consiste en dos componentes principales:

- Un contactor de rango continuo
- Un relay de sensitivo doble, que consiste de un magneto permanente y es controlado por dos abollamientos conectado en serie al sistema de alimentación y otro conectado en serie al voltaje diferencial.

2.7.7 Función Del Contactor Disyuntor

El contactor disyuntor es un elemento electrónico que acopla al generador a la batería cuando entra a funcionar el generador, el contactor disyuntor pasa a la posición de activado permitiendo alimentar a todo el helicóptero a través de la barra principal y recargar a la batería. Debajo del asiento del copiloto se encuentra el corazón eléctrico.

2.8 Batería De 28 Voltios

Consiste de 20 celdas de níquel – cadmio conectadas en serie, provee de 24V de voltaje nominal, esta es una fuente de corriente continua de emergencia.

Está colocada en una bandeja montante y está asegurada por dos pernos enclavados en el mismo montante.

- Esta batería está localizada enfrente del helicóptero
- La batería incluye un receptáculos fijado que sirve para alimentar al sistema
- La batería esta acoplado a la aeronave por el contactor de la batería controlado por el interruptor BATT

- Relantín suelo = 7 luces prendidas
- Relantín vuelo = 0 luces prendidas
- Quien controla el flujo de la batería es el interruptor de la batería, cada celda tiene un voltaje nominal de 1.5 V.

La placa positiva está hecha de óxido de níquel y las placas negativas de cadmio metálico. Los separadores están recubiertos de tela de nylon y celofán, estos componentes están montados sobre un recipiente plástico.

El electrolito es una sustancia química compuesta de 70% de agua destilada y el 30% de hidróxido de potasio.

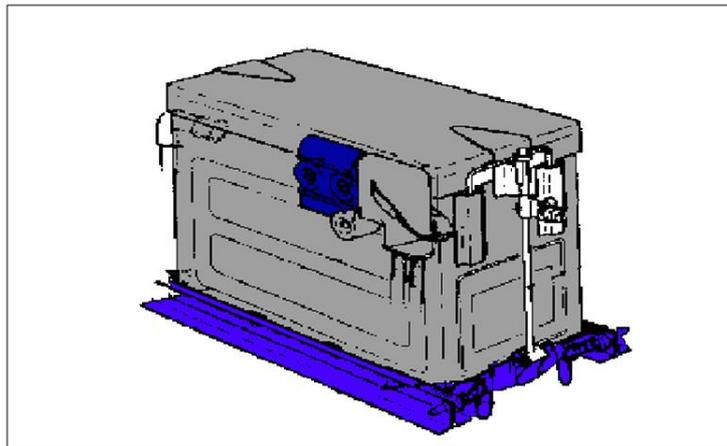


Figura 2. 18 Batería 28V

2.8.1 Precauciones Al Trabajar Con Batería

- Separar los talleres y no mezclar las batería y la herramienta
- Colocarse el equipo de protección adecuada
- Mantener siempre la limpieza y organización en el taller
- Nunca abandonar la batería en su proceso de carga y descarga
- Asegúrese únicamente de utilizar agua destilada

2.9 Sistema De Receptáculo De Planta Externa

2.9.1 Descripción

El receptáculo de planta externa está asegurado a un plato colocado bajo la puerta del copiloto (lado izquierdo), está conectado al helicóptero a un voltaje de 28 v de cc por una fuente colectiva externa o por una unidad de poder en tierra.

2.10 Controles E Instrumentos

Los controles e instrumentos para el sistema de generación y combustible están agrupados en el panel de control.

2.10.1 Voltímetro

Está conectado directamente a la busbat tiene un rango de voltaje de 0 a 35v, provee una indicación visual cuando está activada la batería cuando el generador esta desactivado y el receptáculo de planta externa no está energizado.



Figura 2. 19 Voltímetro

2.10.2 Principal Fuel Tank

Provee una indicación visual de la cantidad de combustible existente en el tanque principal, está reflejada en unidades de galones, el máximo es 110 galones.



Figura 2. 20 Indicador de combustible primario

2.10.3 Additional Fuel Tank

Provee una indicación visual de la cantidad de combustible existente en el tanque auxiliar, está reflejada en unidades de galones, el máximo es 24 galones.



Figura 2. 21 Indicador de combustible auxiliar

2.11 Interruptores

Un interruptor de BATT permite energizar los sistemas principales del helicóptero, para su funcionamiento.



Figura 2. 22 Interruptor de batería

Un interruptor de FUEL PUMP permite el funcionamiento de la bomba booster, la cual envía el combustible hacia G.T.M.



Figura 2. 23 Interruptor de la bomba de cebado

Un interruptor de ADD TANK permite el funcionamiento de la bomba de transmisión que se encuentra en el tanque auxiliar, la misma que realiza la transferencia de combustible del tanque auxiliar hacia el tanque principal.



Figura 2. 24 Interruptor de la bomba de transferencia

Una luz BATT indica la abertura del contactor de batería o batería apagada.



Figura 2. 25 Luz de batería

Una luz ADD TANK indica la transferencia de combustible del tanque auxiliar al tanque principal.



Figura 2. 26 Luz de transferencia de combustible

Una luz FUEL indica el bajo nivel de combustible en el tanque principal.



Figura 2. 27 Luz de nivel de combustible primario

Una luz FILT indica que el filtro de combustible se encuentra tapado (lleno de impurezas).



Figura 2. 28 Luz de filtro

2.12 Instrumentos de medición

2.12.1 Megger

Un megger, o megóhmetro, usa un elevado nivel de voltaje para medir el valor de aislamiento de cables. Un megohm es igual a 1.000.000 ohms de resistencia. Este valor alto de medición de resistencia garantiza que el aislamiento del cable no presente ninguna corte a lo largo del mismo. Con el fin de medir un valor de resistencia alto, se coloca un alto voltaje en el conductor del cable (en algunos casos, tanto como 15.000 V). La mayoría de los meggers a batería generan un voltaje de 1.000 a 3.000 V.



Figura 2. 29 Megger

Fuente: <http://www.testers.co.uk/megger-avo410-digital-multimeter-cativ-600v>

2.12.2 Multímetro

Un multímetro, también denominado polímetro,¹ o tester, es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras.

Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida cada una. Los hay analógicos y posteriormente se han introducido los digitales cuya función es la misma (con alguna variante añadida).



Figura 2. 30 Multímetro

Fuente: <https://www.thinglink.com/scene/490228301520961538>

2.13 Equipos de medición

2.13.1 Hidrómetro

Un hidrómetro es un instrumento desarrollado para el uso de medir la densidad relativa o gravedad específica de varios líquidos. Mide la densidad en relación a su radio, comparado contra la densidad del agua. La densidad relativa del agua es una constante de 1.0, y para obtener una lectura precisa, debe haber partes iguales de agua y del otro líquido a medir.



Figura 2. 31 Hidrómetro

2.14 Herramientas y elementos

2.14.1 Crimpadora

La crimpadora, también conocida como pinzas de compresión, tenaza de engastar tenaza de crimpar, o tenaza de crimpado es una herramienta utilizada para corrugar o crimpar dos piezas metálicas o de otros materiales maleables mediante la deformación de una o ambas piezas; esta deformación es lo que las mantiene unidas.

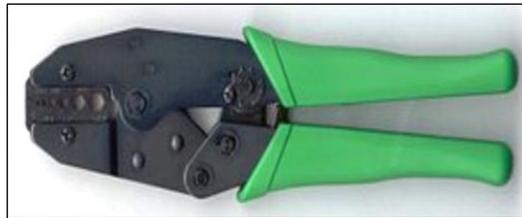


Figura 2. 32 Crimpadora

Fuente: <http://www.microcubo.com/productos/697-crimpadora-rj11-rj45.html>

2.14.2 Soldas frías

Para la unión entre dos conductores se utilizan los llamados “soldas frías”, que son tubos pequeños que generalmente tienen algún tipo de protección superficial. En el caso de soldar se debe evitar dañar la aislación, siendo más aconsejable unir por presión.



Figura 2. 33 Soldas frías

Fuente: <http://www.preciolandia.com/co/terminales-para-cable-numero-4-positivo-6nag8a-a.html>

2.14.3 Terminales de masa

Los terminales a presión (preaislados o sin aislar), se denominan genéricamente “orejas”, y proporcionan un método rápido y satisfactorio para realizar uniones, en aquellos casos que no existan esfuerzos mecánicos.



Figura 2. 34 Terminales de masa

Fuente: <http://www.meridasl.com/?p=1097>

2.14.4 Ty raps o amarras

Son utilizadas para ordenar los líos de cables de los aviones y en general para sujetar cualquier tipo de objeto.



Figura 2. 35 Ty raps

Fuente: <http://www.doitennis.com/courtequipment/windscreens/heavy-duty-tyraps.php>

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

Una vez analizado el estado de los componentes eléctricos del sistema de combustible del helicóptero Gazelle SA 342-L, se puede proceder a realizar la rehabilitación con la ayuda del Manual de Mantenimiento y el Catálogo Ilustrado de Partes del mismo, a continuación se detalla el estado en el que se encontraban los componentes eléctricos del sistema de combustible.

3.1.1 Situación actual del Helicóptero Gazelle SA 342-L

El Helicóptero Gazelle SA 342-L estaba ubicado en los patios de la BAE 15 aparentemente con su parte estructural en buen estado, pero los diferentes sistemas que existen en el helicóptero, se encontraban en condiciones regulares, los cuales requerían el debido mantenimiento.

3.1.2 Situación actual de los componentes eléctricos del Helicóptero Gazelle SA 342-L

A primera vista los componentes eléctricos se encontraban en pésimas condiciones y en algunos casos no existían componentes, llegando a la conclusión que se debe realizar una rehabilitación parcial de los componentes a fin de contribuir con la rehabilitación total del sistema de combustible.

3.2 Estudio de alternativas.

3.2.1 El sistema principal de combustible consta de los siguientes componentes eléctricos:

- Transmisor de nivel de combustible

- Bomba de cebado
- Manocontactor diferencial del sistema principal

3.2.2 El sistema auxiliar de combustible consta de los siguientes componentes eléctricos:

- Transmisor de nivel de combustible
- Bomba de transferencia
- Manocontactor diferencial del sistema auxiliar

3.2.3 El sistema en general del sistema eléctrico consta de los siguientes componentes:

- Corazón eléctrico
- Cableado eléctrico
- Indicadores en cabina
- Luces en cabina
- Interruptores en cabina
- Fusibles en cabina
- Relés en cabina
- Batería para el encendido del sistema

Tabla 3. 1

Componentes eléctricos del sistema de combustible del helicóptero Gazelle SA 342-L

| Componentes eléctricos del sistema de combustible | | | | |
|---|---|-----------|--------------|-------------|
| Nº | Nombre de los componentes | Faltantes | Inoperativos | Defectuosos |
| 1 | Transmisor de nivel de combustible primario | | | X |
| 2 | Transmisor de nivel de | | | X |

CONTINUA 

| | | | |
|----------------------|---------------------------|-------------|---|
| combustible auxiliar | | | |
| 3 | Manocontactor | diferencial | X |
| | primario | | |
| 4 | Manocontactor | diferencial | X |
| | auxiliar | | |
| 5 | Bomba de cebado | | X |
| 6 | Bomba de transferencia de | | X |
| | combustible | | |
| 7 | Indicadores en cabina | X | |
| 8 | Luces en cabina | | X |
| 9 | Interruptores en cabina | | X |
| 10 | Corazón eléctrico | | X |
| 11 | Cableado eléctrico | | X |
| 12 | Batería | | X |
| 13 | Relés | X | |
| 14 | Fusibles | X | |

3.2.4 Descripción de Alternativas.

3.2.4.1. Primera alternativa.

Al realizar un primer estudio, es la rehabilitación del propio sistema de combustible con los mismos componentes; de esta manera se operará un sistema original, entonces se procedió a buscar cada uno de los componentes instalados en el avión y se observó que existían componentes faltantes, componentes inoperativos y algunos defectuosos como se mostró en la tabla 3.1.

Previo el análisis de los componentes eléctricos, resultó conveniente rehabilitar los mismos según el estado en el que se encontraban, además se determinó partes faltantes con el 35,71%, inoperativas con el 42,85% y defectuosas con el 21,42%.

3.2.4.2 Segunda alternativa

Al realizar un segundo estudio, se indica que en la segunda alternativa se cambia todos los componentes eléctricos del Helicóptero Gazelle SA 342-L, para reemplazarlos por componentes eléctricos nuevos de paquete, en este caso sería para todos los componentes.

3.2.5 Análisis de la Factibilidad.

3.2.5.1 Primera Alternativa

3.2.5.1.1 Ventajas.

- El sistema de combustible del helicóptero Gazelle SA 342-L operará de forma y tiempo real, de manera que el estudiante pueda relacionarse con el sistema de forma práctica en conjunto con el aprendizaje teórico sobre dicho sistema.
- Al rehabilitar este sistema, tendremos bajo gasto económico por lo que será más rápida la rehabilitación.
- La rehabilitación de este sistema no es compleja.

3.2.5.1.2 Desventajas

- Al momento de realizar las pruebas de funcionamiento, puede fallar algún componente.
- Uno de los sistemas requiere componentes que no existen en este país.
- Si llegara a fallar algún componente del sistema, se tendría que desmontarlo nuevamente y esto se convertiría en pérdida de tiempo.

3.2.5.2 Segunda alternativa

3.2.5.2.1 Ventajas

- Los componentes nuevos permitirán un ahorro de tiempo ya que al ser nuevos, se evitara pasar por varios procedimientos de rehabilitación de los mismos.
- Estos componentes nuevos serán más óptimos al momento de su funcionamiento, evitando así un futuro desperfecto.
- En el mercado existe gran variedad de este tipo de componentes eléctricos.

3.2.5.2.2 Desventajas

- Alto costo en la adquisición de los componentes eléctricos.
- Incremento de gastos para el desarrollo del proyecto.
- Pérdida de tiempo, ya que al ser materiales nuevos estos son pedidos al extranjero por lo que su envío se demorará en llegar.

3.2.6 Estudio de factibilidad

Para el estudio de factibilidad se considera los siguientes factores:

- Factor técnico
- Factor económico

3.2.6.1 Factor técnico

- Rehabilitación: El montaje de los componentes eléctricos debe caracterizarse por utilizar componentes óptimos que cumplan con los requerimientos de funcionamiento, operatividad y seguridad.

- **Mantenimiento:** El mantenimiento de los componentes eléctricos del sistema de combustible debe ser fácil de realizar y con el menor costo posible.
- **Material:** Los materiales deben ser adecuados para el trabajo a realizar y de fácil adquisición en el mercado local.

3.2.6.2 Factor económico

- **Costo de rehabilitación:** Este punto es de gran importancia para la decisión correcta en la selección del Material a utilizarse en la rehabilitación y componentes eléctricos del sistema.

3.2.7 Matriz de evaluación y decisión

Tabla 3. 2

Matriz de evaluación y decisión

| PARÁMETRO DE EVALUACIÓN | ALTERNATIVAS | | |
|--------------------------------|--------------|------------|-------------------|
| | A.1 | A.2 | ALTERNATIVA IDEAL |
| Rehabilitación | 0.8 | 0.4 | 1 |
| Mantenimiento | 0.7 | 0.6 | 1 |
| Materiales | 0.8 | 0.5 | 1 |
| Costo de rehabilitación | 0.7 | 0.4 | 1 |
| TOTAL | 3 | 1.9 | 4.9 |
| % | 75% | 48% | 100% |

3.2.8 Selección de la mejor alternativa.

Una vez realizado el análisis de cada alternativa, el estudio técnico y la evaluación de los parámetros, se llega a determinar que la primera alternativa presenta mejores condiciones de operación, debido al material

disponible su facilidad de construcción y maniobrabilidad para el desarrollo de la rehabilitación de los componentes eléctricos del sistema de combustible del helicóptero Gazelle SA 342-L.

3.2.9. Ubicación del Helicóptero Gazelle SA 342-L en el área de trabajo

El primer paso que se dio en este proceso fue el traslado del helicóptero Gazelle SA 342-L desde los patios de la BAE 15 hacia la sección Gazelle, que se encuentra en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Ejército (CEMAE), para así empezar con la rehabilitación de los diferentes sistemas.



Figura 3. 1 Traslado del helicóptero Gazelle SA 342-L desde la plataforma del BAE-15

Una vez trasladado el helicóptero Gazelle SA 342-L se procedió a realizar la limpieza del helicóptero y de la sección Gazelle dentro del CEMAЕ, para

de esta manera tener un libre acceso al sistema obstruido y disponer de un lugar de trabajo limpio y ordenado.



Figura 3. 2 Limpieza de la sección Gazelle dentro del CEMAE

Después de haber realizado la limpieza respectiva de la sección Gazelle, se procedió a la ubicación del helicóptero Gazelle sobre la ranfla de trabajo.



Figura 3. 3 Ubicación del helicóptero Gazelle SA 342-L en la ranfla de trabajo

3.3 Rehabilitación

Luego de haber hecho una serie de análisis de todo el sistema, se toma la decisión final, la cual es la rehabilitación de los componentes eléctricos del sistema de combustible del helicóptero Gazelle SA 342-L, teniendo en cuenta la conservación de los demás sistemas que no se encuentran desarmados.

Para este proceso debemos tomar en cuenta varios factores que ayuden al mejoramiento de los componentes eléctricos, y en si del sistema de combustible mismo, tales como son: herramientas, manuales, materiales, equipos, tiempo, entre otros que se utilizaran para realizar todas estas actividades.

3.3.1 Equipos, herramientas, manuales y materiales a utilizar en la rehabilitación

Para la rehabilitación de los componentes eléctricos es necesario contar con los equipos adecuados.

Tabla 3. 3

Codificación de Equipos

| Nº | Equipo | Código |
|----|----------------|--------|
| 1 | Planta externa | E1 |
| 2 | Multímetro | E2 |
| 3 | Hidrómetro | E3 |
| 4 | Cautín | E4 |



Figura 3. 4 Equipos utilizados en la rehabilitación de los componentes eléctricos

El uso de herramientas es primordial para este tipo de rehabilitación, ya que si no se cuenta con todo lo necesario no es posible realizar un trabajo eficiente.

Tabla 3. 4

Codificación de Herramientas

| Nº | Herramienta |
|----|--------------------------------|
| 1 | Llaves (6-19 mm) |
| 2 | Diagonal |
| 3 | Desarmadores (plano, estrella) |
| 4 | Racha con copas (6- 19 mm) |
| 5 | Dedo imantado |
| 6 | Pinzas |
| 7 | Martillo de goma |

CONTINUA

| | |
|----|----------------------------------|
| 8 | Ponchadores |
| 9 | Llave inglesa |
| 10 | Linterna |
| 11 | Extensiones para juego de rachas |
| 12 | Playo de presión |



Figura 3. 5 Herramientas utilizadas en la rehabilitación de los componentes eléctricos

Tanto la utilización de materiales, como de equipos de protección son muy importantes para la rehabilitación de este sistema.

Tabla 3. 5

Codificación de Materiales

| Nº | Materiales |
|----|------------|
| 1 | Lija |
| 2 | Guaípe |
| 3 | Franelas |
| 4 | Brochas |

CONTINUA

| | |
|----|----------------------|
| 5 | Guantes de nitrilo |
| 6 | Limpia contactos |
| 7 | WD – 40 |
| 8 | Estaño |
| 9 | Crema de soldar |
| 10 | Agua destilada |
| 11 | Hidróxido de potasio |
| 12 | Taípe |
| 13 | Cinta masquen |
| 14 | Amarras |
| 15 | Sueldas frías |
| 16 | Terminales de masa |



Figura 3. 6 Materiales utilizados en la rehabilitación de los componentes eléctricos

Tabla 3. 6

Equipos de protección individual

| N° | EPI |
|----|--------------------|
| 1 | Overol |
| 2 | Guantes de nitrilo |
| 3 | Guantes de pupo |
| 4 | Gafas |
| 5 | Tapones de oídos |
| 6 | Mascarilla |

Dentro de la rehabilitación del sistema también necesitamos la guía del Manual de Mantenimiento y el Catálogo Ilustrado de Partes (IPC) del helicóptero Gazelle SA 342-L, específicamente el capítulo 28 del sistema de combustible.

| HELICOPTERE GAZELLE MANUEL D'ENTRETIEN | |
|---|--------------|
| 28.00 | |
| GENERALITES TABLE DES MATIERES | |
| <u>Paragraphes</u> | <u>Pages</u> |
| 0 - GENERALITES | |
| A - Introduction | 1 |
| <u>CONSIGNES GENERALES</u> | |
| - Consignes de sécurité | 300 |
| - Consignes techniques | 300 |

Figura 3. 7 Manuales utilizados en la rehabilitación de los componentes eléctricos

Fuente: Manual de Mantenimiento del Helicóptero Gazelle SA 342 - L

3.4 Procedimientos

3.4.1 Rehabilitación del sistema de combustible principal

3.4.1.1 Rehabilitación del transmisor de nivel combustible

Primero se realizó la rehabilitación de los componentes eléctricos del sistema de combustible principal, en este caso del transmisor de nivel de combustible.

El transmisor de nivel de combustible con P/N 6002FGCPM3MOD2 internamente posee unos contactos, los cuales se encontraban sulfatados. En este caso se realizó una limpieza completa de la parte interna del transmisor con limpia contactos.

Además el conector de corriente estaba flojo por lo que se ajustó el mismo hasta que quede fijo.



Figura 3. 8 Limpieza de los contactos sulfatados del transmisor de nivel de combustible

3.4.1.2 Rehabilitación del manocontactador diferencial primario

Este componente no se encontraba en el helicóptero por lo que se procedió a sacar un manocontactador con P/N 1-1023-05 de otro helicóptero gazelle SA 342-L inoperativo, para posteriormente realizar la respectiva limpieza de los contactos con contact cleaner y colocar los terminales de masa respectivos, además la colocación del conector de corriente.



Figura 3. 9 Limpieza y colocación de terminales de masa del manocontactador

3.4.1.3 Rehabilitación de la bomba de cebado (booster)

Para la rehabilitación de la bomba de cebado con P/N P94B12-205 fue necesario desarmarla totalmente, para verificar el estado de la bobina, la cual se encontraba en buen estado. Pero los contactos de carbón se encontraban destruidos totalmente, por lo que se necesitó adquirir nuevos contactos de carbón y reemplazarlos, teniendo en cuenta la respectiva limpieza de los mismos.



Figura 3. 10 Reemplazo de los contactos y limpieza de la bomba de cebado

3.4.2 Rehabilitación del sistema de combustible auxiliar

3.4.2.1 Rehabilitación del transmisor de nivel combustible

Se procedió a desarmar el transmisor de nivel de combustible con P/N 6784058502, ya que sus contactos se encontraban sulfatados, para lo cual se realizó la limpieza con contact cleaner y se lijo las partes afectadas, además la boya del transmisor estaba destrozada, por lo que se hizo un cambio por otro boya con P/N 6784-MOD12, y de esta manera tener un óptimo funcionamiento.

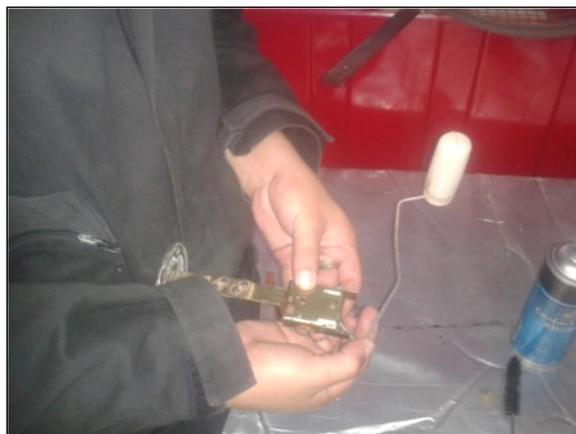


Figura 3. 11 Limpieza de los contactos y cambio de boya del transmisor de nivel

3.4.2.2 Rehabilitación del manocontactor diferencial auxiliar

Este componente no se encontraba instalado en el sistema, debido a esto tuvimos que sacar otro manocontactor con P/N 1-1224-85 de otro helicóptero Gazelle SA 342-L inoperativo, sin descuidar la debida limpieza de sus contactos para la instalación. Además se colocó las trenzas metalizadas con los terminales de masa para montarlos en el manocontactor.



Figura 3. 12 Limpieza de los contactos y colocación de masas en el manocontactor

3.4.2.3 Rehabilitación de la bomba de transferencia de combustible

En este caso la bomba de transferencia de combustible con P/N 2180F02 se encontraba defectuosa, por lo que se procedió al desmontaje total de sus partes, en lo cual se pudo observar que los contactos de carbón se encontraban circuitados. Por lo tanto se adquirió nuevos contactos, para reemplazarlos por los deteriorados, para lo cual se procedió a soldarlos con la placa de la bomba.

Por otro lado la bobina de la bomba se encontraba en buen estado, lo único que se realizó es limpiarla con limpia contactos para su buen funcionamiento, y por ultimo colocar un nuevo conector de corriente en reemplazo del estropeado.



Figura 3. 13 Cambio de contactos de carbón y limpieza de la bobina de la bomba

3.4.4 Rehabilitación del cableado eléctrico del corazón eléctrico

El cableado eléctrico defectuoso se encontraba en la parte inferior del helicóptero, específicamente en la entrada del corazón eléctrico. Este cableado estaba desconectado de algunos terminales, ya que aparentemente fueron desprendidos al momento de retirar la compuerta de acceso a la parte inferior del helicóptero. Por lo que se procedió a pelar nuevamente los cables para soldarlos con estaño en los mismos terminales, además de la sujeción del cableado eléctrico con nuevas amarras, ya que para realizar la suelda se tuvo que retirar las mismas para obtener más cableado.



Figura 3. 14 Suelda con estaño del cableado eléctrico en el corazón eléctrico



Figura 3. 15 Sujeción del cableado eléctrico con las amarras

3.4.5 Rehabilitación de los indicadores de nivel de combustible

El indicador de nivel de combustible auxiliar se encontraba desmontado en los estantes.

El indicador de nivel de combustible auxiliar con P/N 704A67-0040-00 estaba sin los terminales de conexión de corriente y de masa, por lo que procedimos a soldarlos con el caudín y estaño.

Para soldar estos terminales de masa y de corriente tuvimos que guiarnos en el manual de mantenimiento del helicóptero Gazelle SA 342-L, y realizar las mediciones de voltaje con el multímetro, para de esta manera saber cuál es el cable positivo, negativo y tierra, ya que la distribución de los cables antes mencionados estaban especificados en dicho manual, de esta manera se realizó el montaje del indicador en la parte superior derecha de la cabina del piloto con sus respectivos tornillos de sujeción.



Figura 3. 16 Suelda de los terminales de masa y de corriente del indicador



Figura 3. 17 Colocación del indicador de nivel de combustible auxiliar

El indicador de nivel de combustible primario con P/N 704BC86-0030 se encontraba lleno de polvo, por lo que procedimos a realizar la limpieza respectiva y montarlo en el panel de instrumentos con sus respectivos tornillos y acoples de sujeción.



Figura 3. 18 Colocación del indicador de nivel de combustible primario

3.4.6 Colocación de los fusibles en el panel de control y corazón eléctrico

Para la colocación de los fusibles en el panel de control, primero se realizó la limpieza del panel de fusibles y panel de fusibles del corazón eléctrico.



Figura 3. 19 Limpieza del panel de fusibles

Después de la debida limpieza colocamos los tornillos faltantes en los paneles de fusibles y los aseguramos a las bases de la cabina.



Figura 3. 20 Colocación de los tornillos faltantes en los paneles de fusibles

Una vez de haber colocado de los tornillos faltantes en los paneles, se procedió a cambiar los fusibles dañados por fusibles nuevos y sus respectivas tapas, para de esta manera tener un buen funcionamiento de todos los sistemas.



Figura 3. 21 Colocación de los fusibles nuevos en los paneles de fusibles

3.4.7 Rehabilitación de la batería

Primero se realizó la limpieza por la parte externa de la batería con P/N 4000A1, retirando de esta manera todo el polvo de la misma.

Después de haber limpiado la parte externa de la batería, se empezó a desarmarla para revisar el estado de las celdas de la misma.

Las 20 celdas de la batería se encontraban sulfatadas, entonces se las limpio con y agua y un poco de detergente para remover todas estas impurezas.

Además se completó en cada celda el 30% de agua desmineralizada y 70% de hidróxido de potasio reactivo, ha esto se lo denomina electrolito que puede ser medido a través del hidrómetro



Figura 3. 22 Rehabilitación de la batería de 28V

Continuando con la rehabilitación se procedió al montaje de todas las partes de la batería, para de esta manera cargar a la batería hasta obtener un voltaje de 28V para su óptimo funcionamiento.



Figura 3. 23 Colocación de las partes desmontadas y carga de la batería

3.4.8 Colocación de los relés

Para la colocación de relés en los paneles de fusibles y en el corazón eléctrico, primero revisamos en el IPC dichos componentes; ya que estaban faltantes.



Figura 3. 24 Relés de accionamiento

Luego de tener claro que tipo de relés van montados en dichos sistemas, se procedió a desmontarlos de otros helicópteros y realizar su respectiva limpieza con limpia contactos, de la misma manera se limpió los paneles donde van colocados los relés con contact cleaner tomando en cuenta que estén servibles.



Figura 3. 25 Limpieza de relés y contactos de los paneles

Para esto se colocó los relés ya desmontados en los sistemas que requieren los mismos y pudimos constatar que todos estaban funcionales, logrando de esta manera que nuestro sistema de combustible esté totalmente operativo.



Figura 3. 26 Montaje de los relés en los paneles de fusibles y corazón eléctrico

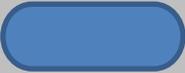
3.5 Diagramas de procesos

Un diagrama de proceso es una forma gráfica de presentar las actividades involucradas en la rehabilitación de los componentes eléctricos del sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342-L.

La simbología utilizada en un diagrama de proceso es la siguiente:

Tabla 3. 7

Simbología del diagrama de procesos

| NÚMERO | SÍMBOLO | SIGNIFICADO |
|--------|---|-----------------|
| 1 |  | Inicio |
| 2 |  | Proceso |
| 3 |  | Conector |
| 4 |  | Decisión |
| 5 |  | Fin |

3.5.1 Diagrama de procesos para la rehabilitación de los transmisores de nivel de combustible primario y auxiliar

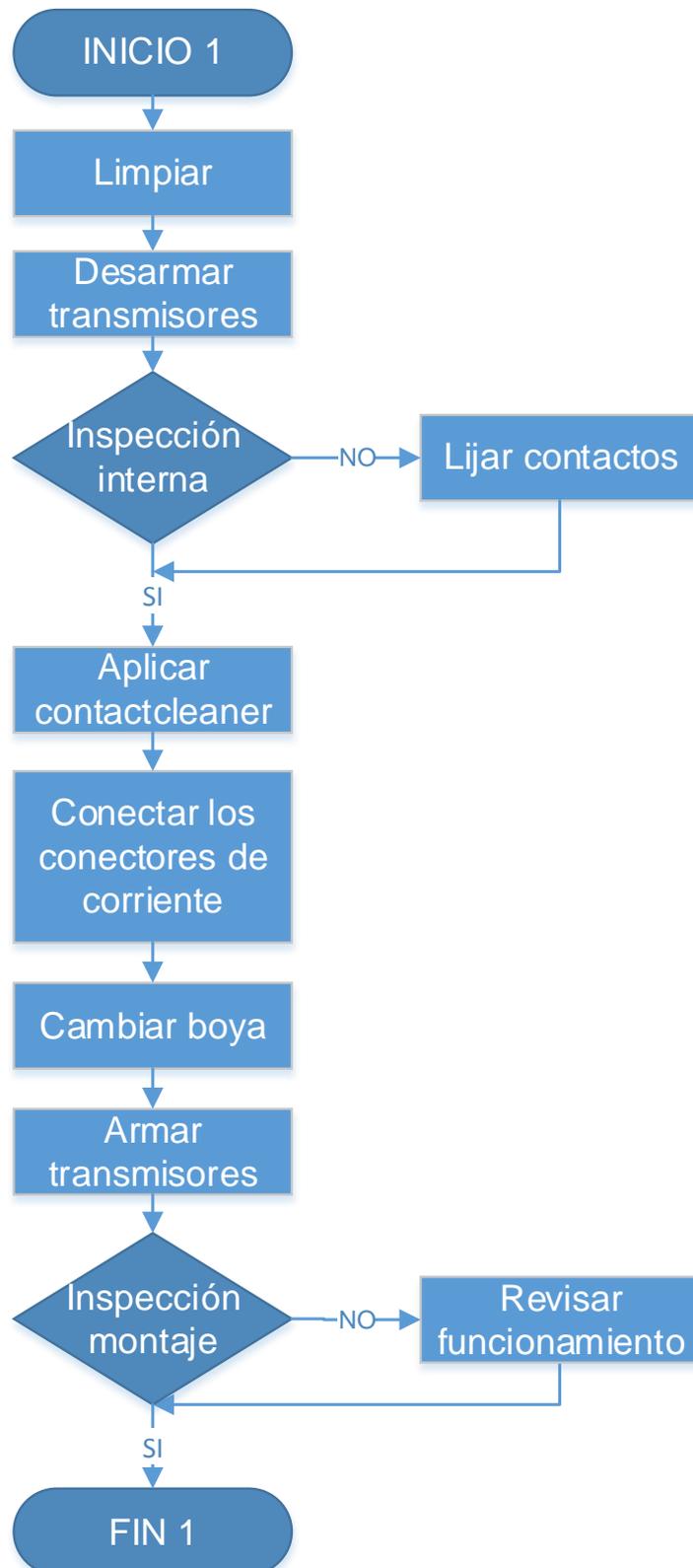


Tabla 3. 8

Proceso de rehabilitación de los transmisores de nivel de combustible

| Numero | |
|-----------|---|
| Operación | Descripción |
| 1 | Limpiar la parte externa de los transmisores de nivel para tener mayor facilidad de trabajo. |
| 2 | Desarmar los transmisores para observar el estado de los mismos. |
| 3 | Inspeccionar la parte interna de los transmisores para observar daños en el mismo. |
| 4 | Lijar los contactos sulfatados dentro del transmisor de nivel. |
| 5 | Colocar contact cleaner para limpiar impurezas en los contactos y retirar residuos. |
| 6 | Colocar los conectores de corriente en los transmisores y los reajustamos. |
| 7 | Cambio de la boya del transmisor de nivel auxiliar deteriorada por otra en buen estado. |
| 8 | Armar los transmisores de nivel de combustible. |
| 9 | Inspeccionar el montaje final de sus componentes en los transmisores de nivel de combustible. |

3.5.2 Diagrama de procesos para la rehabilitación de los manocontactores diferenciales primario y auxiliar

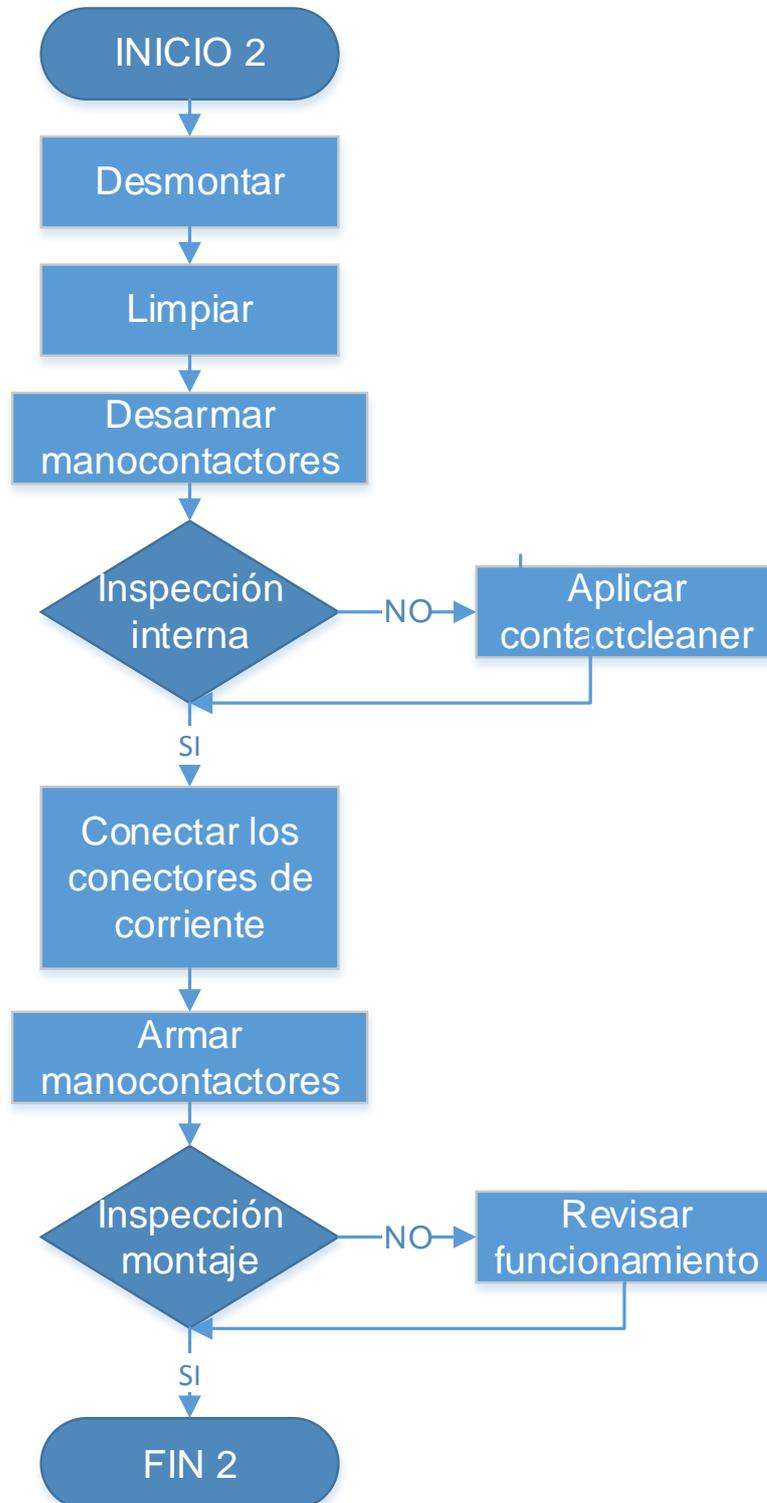


Tabla 3. 9

Proceso de rehabilitación de los manocontactores diferenciales

| Numero | |
|-----------|---|
| Operación | Descripción |
| 1 | Desmontar los manocontactores diferenciales de otro helicóptero inoperativo |
| 2 | Limpiar la parte externa de los manocontactores diferenciales para tener mayor facilidad de trabajo. |
| 3 | Desarmar los manocontactores para revisar el estado de los mismos. |
| 4 | Inspeccionar la parte interna de los manocontactores para observar daños. |
| 5 | Colocar contactcleaner para limpiar impurezas en los contactos y retirar residuos. |
| 6 | Colocar los conectores de corriente, las trenzas metalizadas y terminales de masa en los manocontactores. |
| 7 | Armar los manocontactores diferenciales. |
| 8 | Inspeccionar el montaje final de sus componentes en los manocontactores diferenciales. |

3.5.3 Diagrama de procesos para la rehabilitación de la bomba de cebado y bomba de transferencia del sistema de combustible

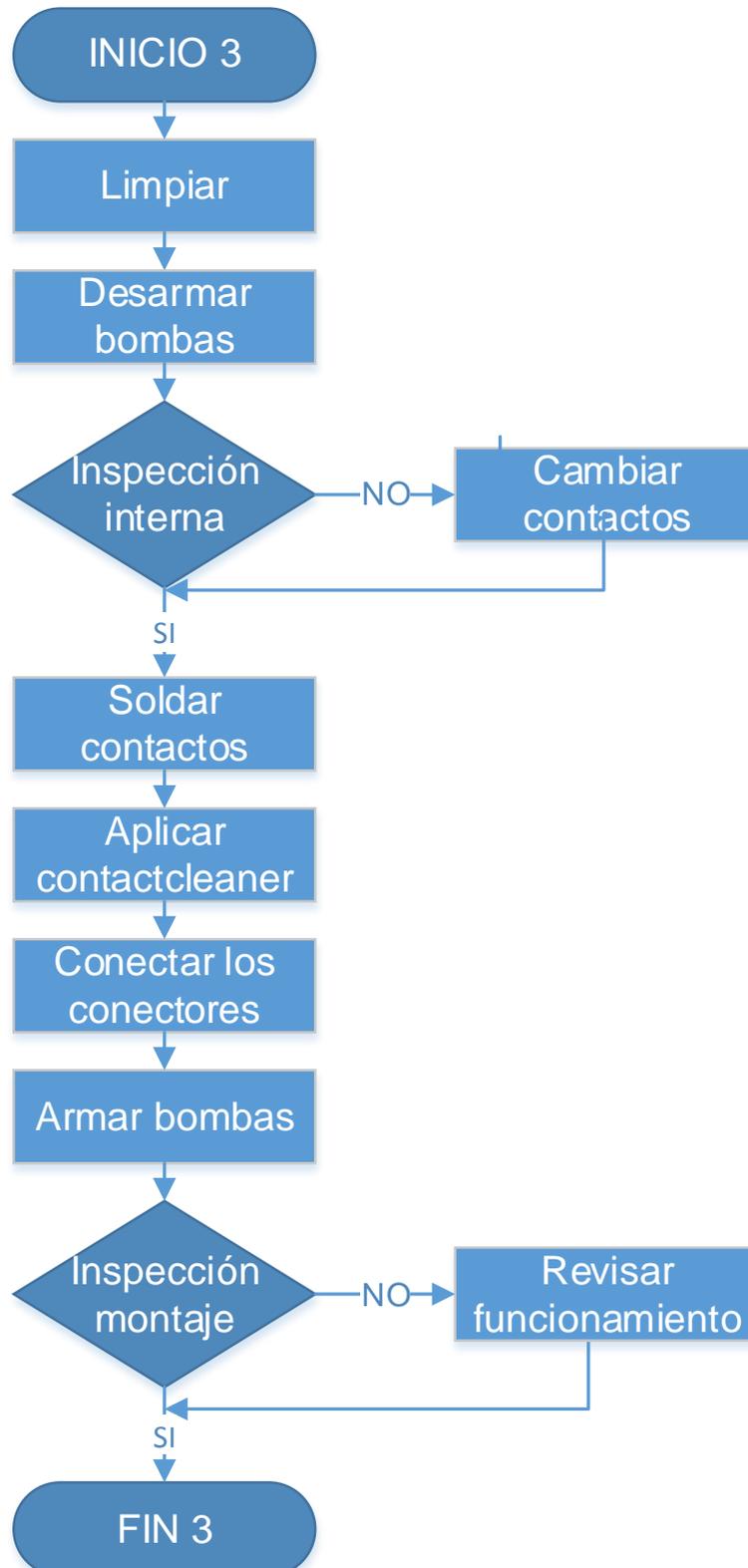


Tabla 3. 10

Proceso de rehabilitación de la bomba de cebado y bomba de transferencia

| Numero | |
|-----------|--|
| Operación | Descripción |
| 1 | Limpiar la parte externa de la bomba de cebado y de transferencia para tener mayor facilidad de trabajo. |
| 2 | Desarmar las bombas para observar el estado de las mismas. |
| 3 | Inspeccionar la parte interna de las bombas para observar daños en las mismas. |
| 4 | Cambiar los contactos de carbón circuitados por otros nuevos. |
| 5 | Soldar los contactos de carbón en la placa de la bomba. |
| 6 | Colocar contactcleaner para limpiar impurezas en los contactos y retirar residuos. |
| 7 | Colocar los conectores de corriente |
| 8 | Armar las bombas de cebado y de transferencia de combustible. |
| 9 | Inspeccionar el montaje final de sus componentes en las bombas de cebado y transferencia de combustible. |

3.5.4 Diagrama de procesos para la rehabilitación de los indicadores de nivel de combustible auxiliar y primario

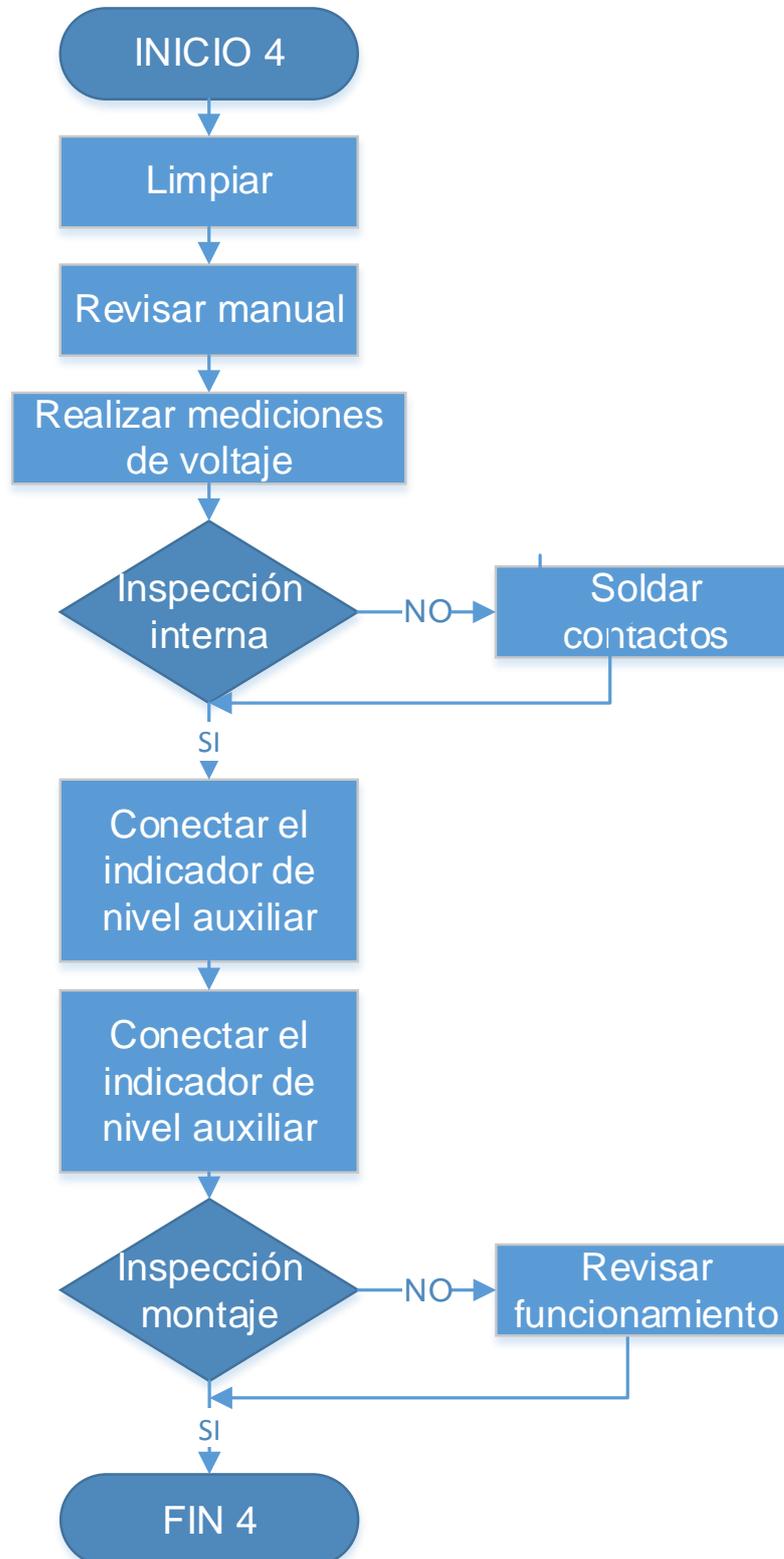


Tabla 3. 11

Proceso de rehabilitación de los indicadores de nivel de combustible

| Numero | |
|-----------|---|
| Operación | Descripción |
| 1 | Limpiar la parte externa de los indicadores de nivel para tener mayor facilidad de trabajo. |
| 2 | Revisar el manual AMM para saber la disposición de cada terminal. |
| 3 | Realizar las mediciones de voltaje con el multímetro del indicador de nivel auxiliar. |
| 4 | Soldar los terminales de corriente y de masa con el caudín. |
| 5 | Inspeccionar el funcionamiento del indicador de nivel auxiliar cuando se conecte planta externa. |
| 6 | Colocar el indicador de nivel auxiliar en la parte superior derecha de la cabina con sus respectivos tornillos de sujeción. |
| 7 | Colocar el indicador de nivel primario en el panel de instrumentos con sus respectivos tornillos y acoples de sujeción. |
| 8 | Inspeccionar el montaje final de los indicadores de nivel de combustible auxiliar y primario. |

3.5.6 Diagrama de procesos para la rehabilitación del cableado eléctrico

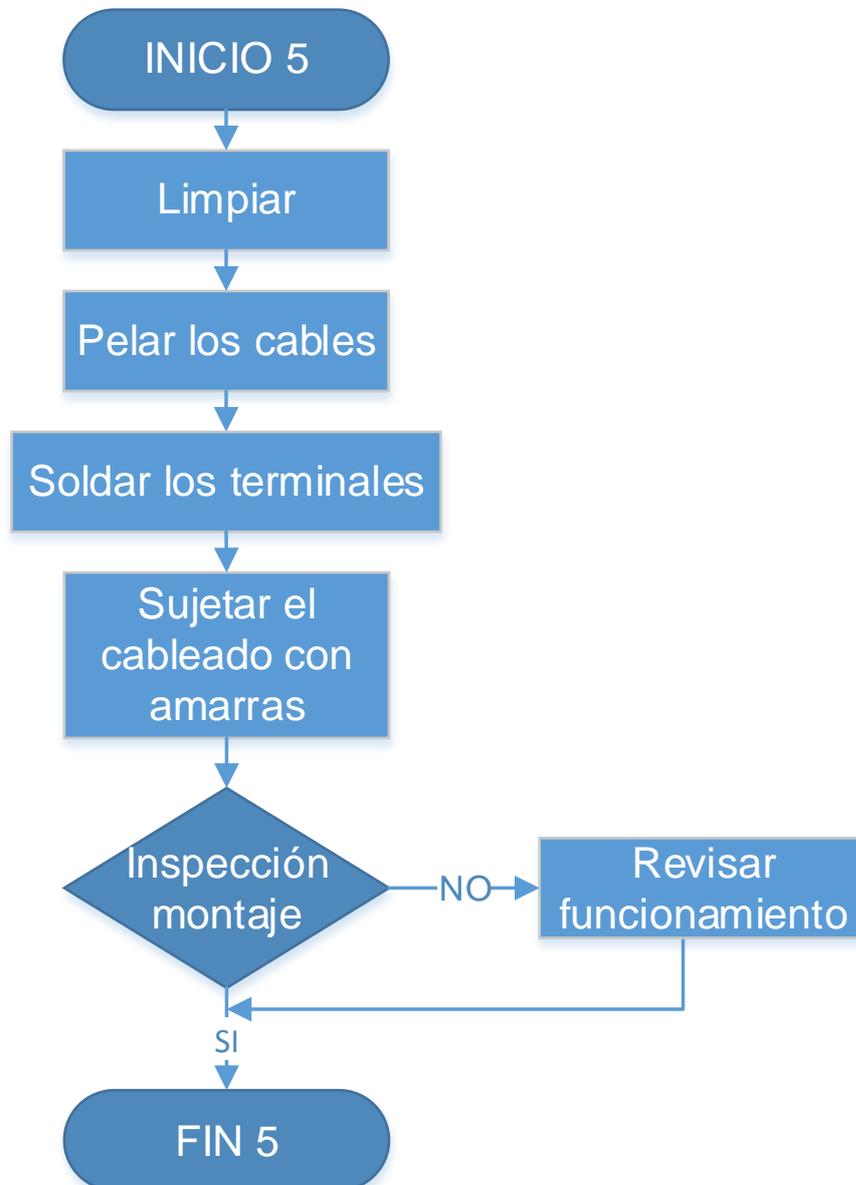


Tabla 3. 12

Proceso de rehabilitación del cableado eléctrico

| Numero | |
|-----------|--|
| Operación | Descripción |
| 1 | Limpiar la parte externa del corazón eléctrico para tener mayor facilidad de trabajo. |
| 2 | Pelar los cables para colocar los terminales de conexión y limpiar los contactos con contactcleaner. |
| 3 | Soldar con el cautín los terminales de conexión en las entradas de corriente del corazón eléctrico. |
| 4 | Inspeccionar la conexión del cableado eléctrico. |
| 5 | Sujetar el cableado eléctrico con las amarras de sujeción. |
| 6 | Inspeccionar el montaje del cableado eléctrico. |

3.5.7 Diagrama de procesos para la colocación de los fusibles en el panel de control y corazón eléctrico

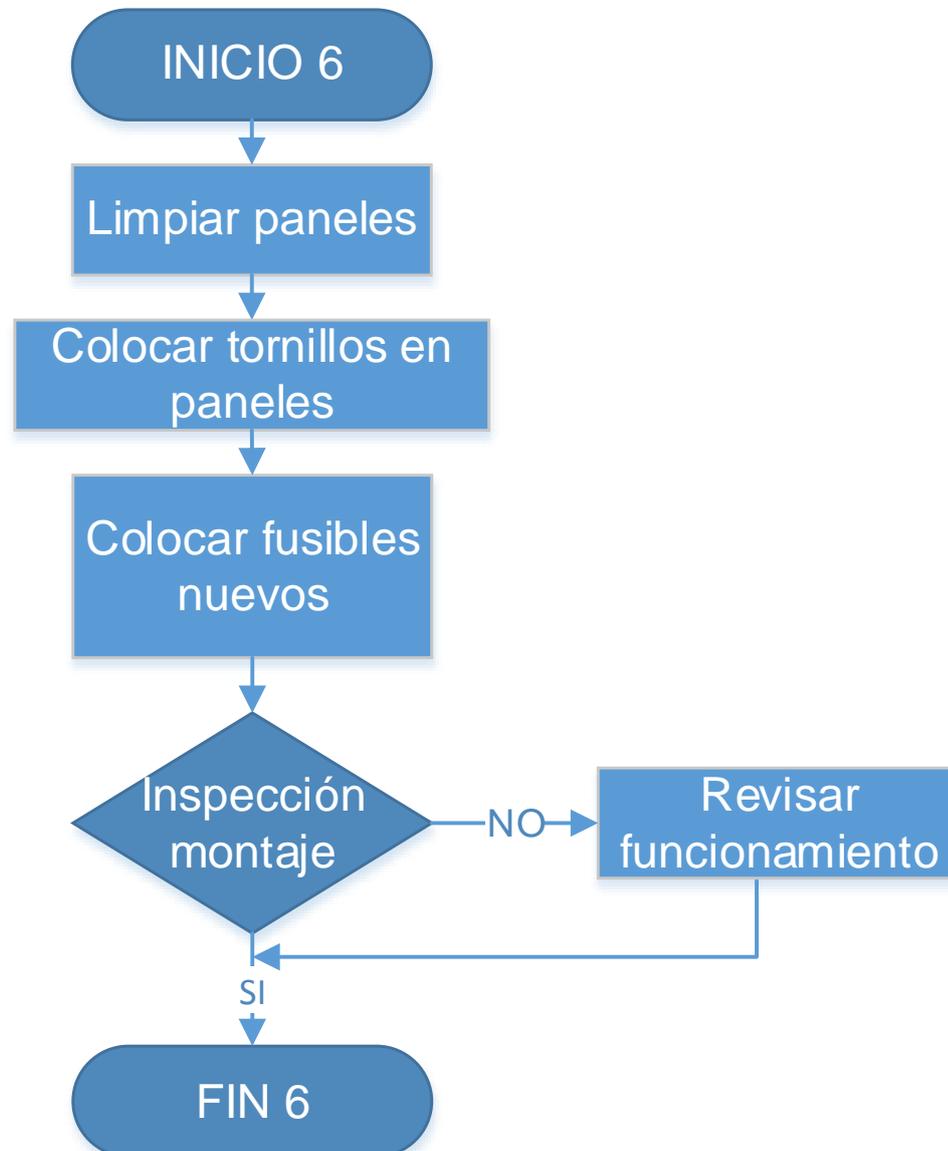


Tabla 3. 13

Proceso de colocación de los fusibles

| Numero | |
|-----------|--|
| Operación | Descripción |
| 1 | Limpiar el panel de control y corazón eléctrico para tener mayor facilidad de trabajo. |
| 2 | Colocar los tornillos faltantes en los paneles para que estén asegurados a las bases de la cabina. |
| 3 | Colocar los fusibles nuevos con sus respectivas tapas en los paneles de fusibles. |
| 4 | Inspeccionar la colocación de los tornillos y fusibles en los paneles. |

3.5.8 Diagrama de procesos para la colocación de los relés

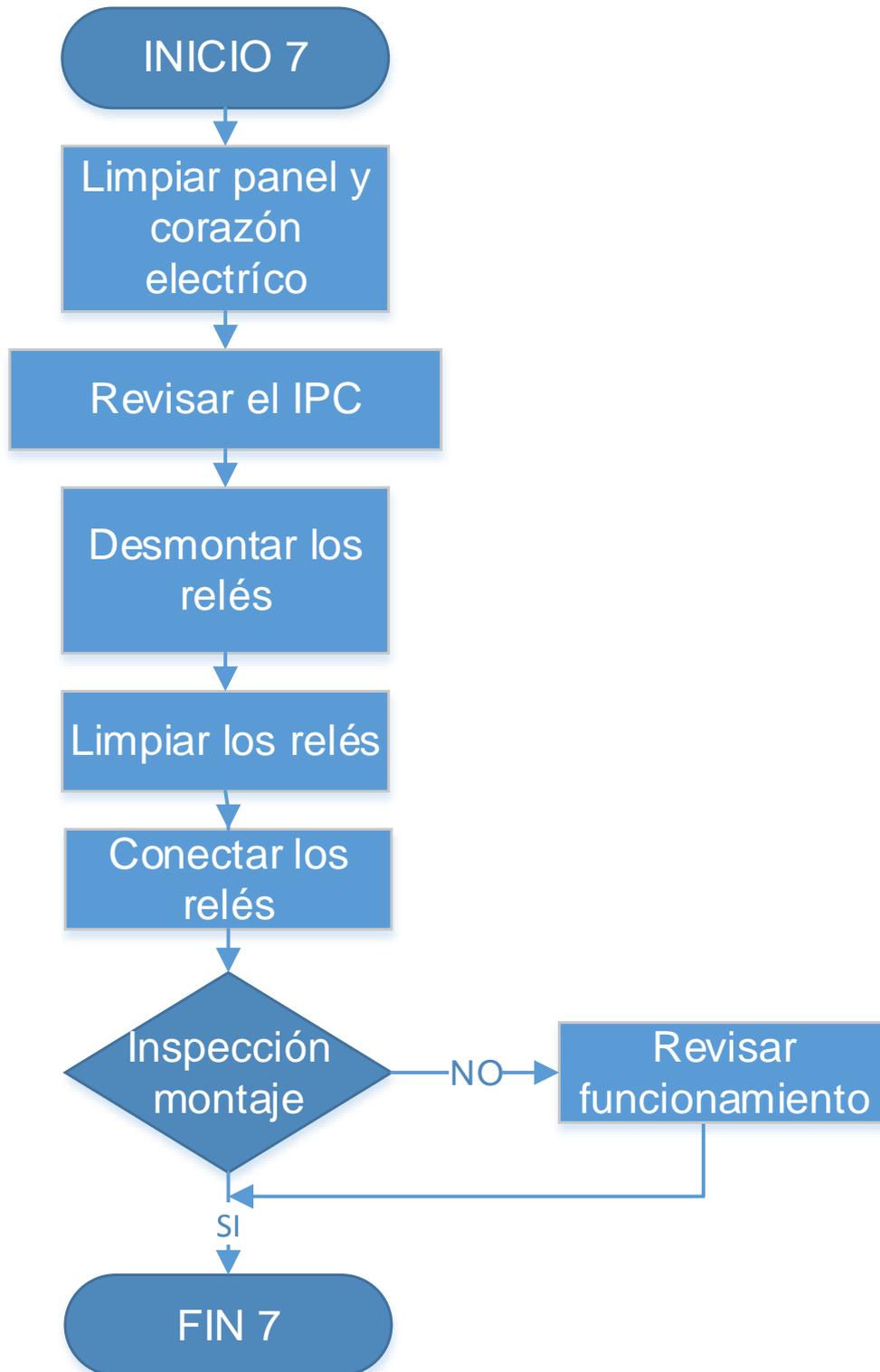


Tabla 3. 14

Proceso de colocación de los relés

| Numero | |
|-----------|--|
| Operación | Descripción |
| 1 | Limpiar el panel de control y corazón eléctrico para tener mayor facilidad de trabajo. |
| 2 | Revisar en el IPC para saber qué tipos de relés van montados en los paneles. |
| 3 | Desmontar los relés de tipo herméticos de otro helicóptero inoperativo y probar su funcionamiento. |
| 4 | Limpiar los relés, paneles de control y corazón eléctrico con limpia contactos. |
| 5 | Colocar los relés en los paneles de control y corazón eléctrico. |
| 6 | Inspeccionar la colocación de los relés en los paneles. |

3.5.9 Diagrama de procesos para la rehabilitación de la batería

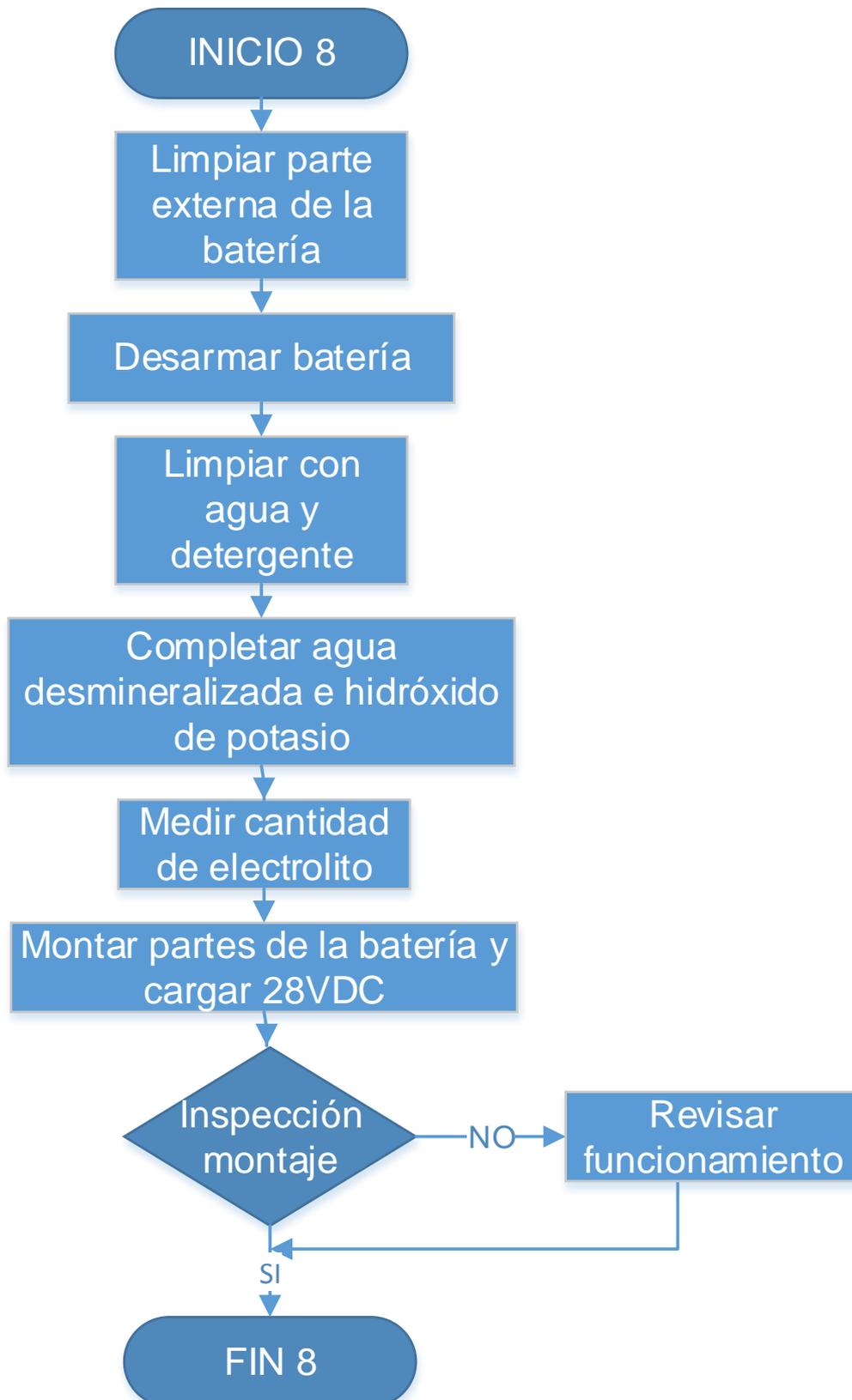
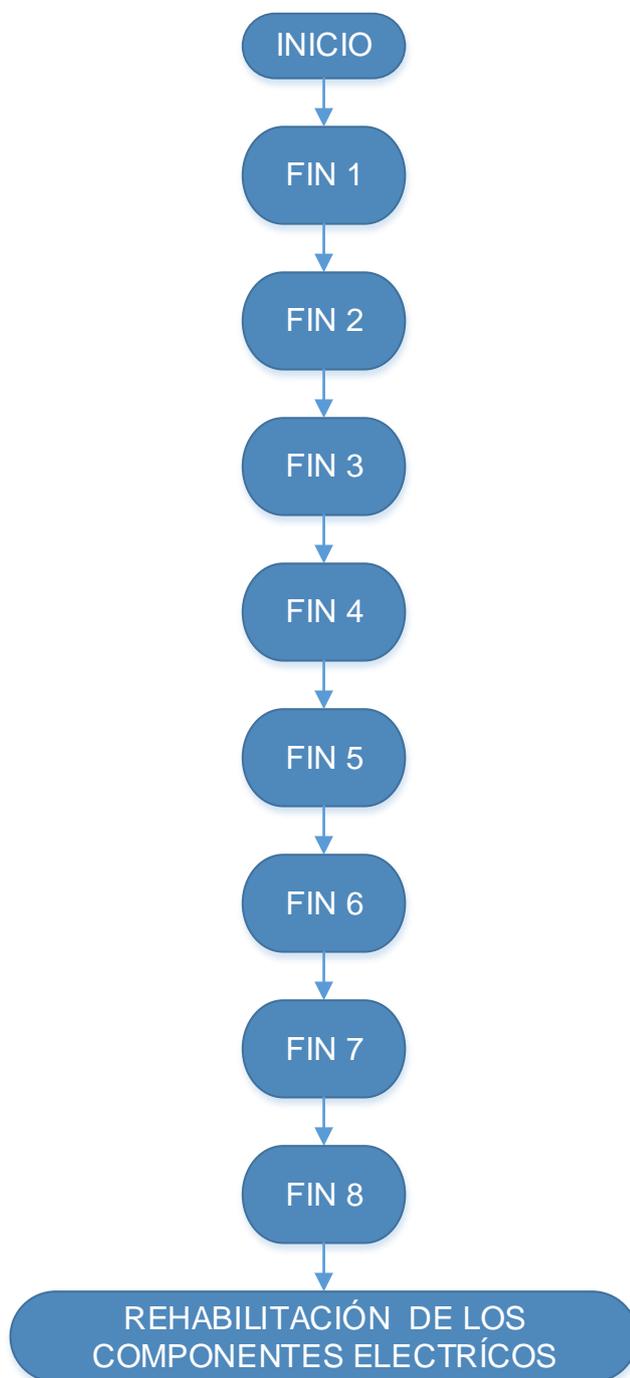


Tabla 3. 15

Proceso de rehabilitación de la batería

| Numero | |
|-----------|---|
| Operación | Descripción |
| 1 | Limpiar la parte externa de la batería para tener mayor facilidad de trabajo. |
| 2 | Desarmar la batería para revisar el estado de las celdas. |
| 3 | Limpiar con agua y detergente las celdas para retirar impurezas. |
| 4 | Completar en cada celda el 30% de agua desmineralizada y 70% de hidróxido de potasio en cada celda. |
| 5 | Medir la cantidad de electrolito con el hidrómetro. |
| 6 | Montar todas las partes de la batería para luego cargar la misma hasta obtener un voltaje de 28V. |
| 7 | Inspeccionar el montaje y funcionamiento de la batería. |

3.5.10 Diagrama general de procesos para la rehabilitación de los componentes eléctricos



3.6 Pruebas de funcionamiento

Al realizar el respectivo mantenimiento y colocación de los componentes eléctricos del sistema de combustible, procedimos a energizar el helicóptero a través de la batería para realizar las respectivas pruebas de funcionamiento del mismo.

3.6.1 Primera prueba de funcionamiento

Al realizar la primera prueba de funcionamiento observamos aparentemente que el sistema de combustible estaba funcionando correctamente, pero el indicador de nivel de combustible no mostraba ninguna marcación de nivel de combustible del tanque auxiliar, por lo que se procedió a desmontar el mismo para observar las fallas.

Tabla 3. 16

Prueba de funcionamiento A

| N° | ÍTEM | DESCRIPCIÓN | CONDICIÓN | OBSERVACIONES |
|----|-----------------------------------|---|--|---|
| 1 | Indicador de nivel de combustible | Verificación del nivel de combustible del tanque auxiliar | Defectuosa la indicación del nivel Ninguna marcación de nivel | Desinstalar el indicador de nivel de combustible y colocar de forma correcta los terminales de conexión |



Figura 3. 27 Falla del indicador de nivel de combustible auxiliar

3.6.2 Segunda prueba de funcionamiento

Una vez de haber colocado en la posición correcta los terminales de corriente y de terminales de masa, se volvió a energizar el helicóptero con la batería y probar el sistema de combustible nuevamente, teniendo como resultado la marcación correcta del nivel de combustible del tanque auxiliar y por ende un funcionamiento total del sistema de combustible.

Tabla 3. 17

Prueba de funcionamiento B

| N° | ÍTEM | DESCRIPCIÓN | CONDICIÓN | OBSERVACIONES |
|----|-----------------------------------|---|----------------------|---------------|
| 1 | Indicador de nivel de combustible | Verificación del nivel de combustible del tanque auxiliar | Totalmente operativo | N/A |



Figura 3. 28 Rehabilitación de la falla de nivel del indicador

3.7 Descripción de los manuales

La finalidad de este capítulo es dar a conocer los diferentes pasos, métodos establecidos en el sistema a operar como son: mantenimiento y operación, procedimientos que nos brindarán mayor comodidad, operatividad y sobre todo el perfecto desenvolvimiento de nuestro sistema de combustible garantizando con esto cero fallas y tiempo perdido.

3.7.1 Tipos de manuales

Se elaboraron dos tipos de manuales los cuales serán aplicados como una guía para una correcta operación del sistema de combustible del helicóptero Gazelle SA 342-L.

3.7.1.1 Manual de mantenimiento

En este manual se encontrará todas las operaciones de mantenimiento del sistema de combustible. Este proceso ayudará a alargar la vida útil del mismo y preservará su estado y correcto funcionamiento.

3.7.1.2 Manual de operación

En este manual se encuentran los métodos, procesos y pasos que están acorde con la correcta operación que se deberá seguir al momento de operar dicho sistema de combustible del helicóptero Gazelle SA 342-L en forma correcta con las diversas precauciones a fin de evitar cualquier tipo de incidente o peor aún un accidente.

Tabla 3. 18

Codificación de manuales

| MANUAL | CÓDIGO |
|-------------------------|---------------|
| MANTENIMIENTO | M.M |
| OPERACIÓN | M.O |
| HOJA DE REGISTRO | H.R.E |

| UGT | MANUAL DE OPERACIÓN | Pág. 1 de 1 |
|---|---|----------------------------------|
|  | COMPONENTES ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 342-L | Código: M.O |
| | | Revisado: Nº: 1 |
| | Elaborado por: Carlos Vallejo | Fecha: |
| | Aprobado por: Tlgo. Alejandro Proaño | Enero 2015 |
| <p>1. OBJETIVO:</p> <p>Documentar los procedimientos que se deben tomar en cuenta para la correcta operación de los componentes eléctricos del sistema de combustible.</p> <p>2. ALCANCE:</p> <p>Facilitar al operario una guía que permita ser utilizada como orientación durante la operación de los componentes eléctricos del sistema de combustible.</p> <p>3. PRECAUCIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antes de iniciar la operación del sistema de combustible, verificar que todos los interruptores de accionamiento estén en la posición OFF. • Verificar que la conexión de la batería sea la correcta para evitar fallas en el sistema. • No fumar o utilizar lámparas incandescentes cuando nos encontremos cerca del sistema de combustible. <p>4. PROCEDIMIENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energice el sistema mediante el accionamiento del interruptor de batería de 28 Vdc ubicado en el panel de instrumentos. | | |



- Verifique el voltaje de la misma en el voltímetro (voltaje ideal 28Vdc), ubicado en el panel de instrumentos.



- Realizar el test de luces para verificar el funcionamiento de las mismas, que se encuentran en el panel de instrumentos.



- Para la alimentación del combustible al G.T.M, accionamos a ON el interruptor de FUEL PUMP, ubicado en el panel de instrumentos, y de esta manera se realiza el paso de combustible. Para detener el mismo colocamos el interruptor en OFF.



- Para la transferencia de combustible del tanque auxiliar al primario, accionamos a ON el interruptor de ADD TANK, ubicado en el panel de instrumentos, y de esta manera se realiza el paso de combustible, mismo que puede ser visualizado con el encendido de la luz de transferencia de combustible. Para detener el mismo colocamos el interruptor en OFF.



- Para visualizar el nivel de combustible del tanque principal, lo observamos en el indicador de nivel de combustible primario, ubicado en el panel de instrumentos. Si el nivel de combustible del mismo es de 50 lit ó 13,2 gls provocará el encendido de la luz de advertencia FUEL que está ubicada en el tablero de alarma.



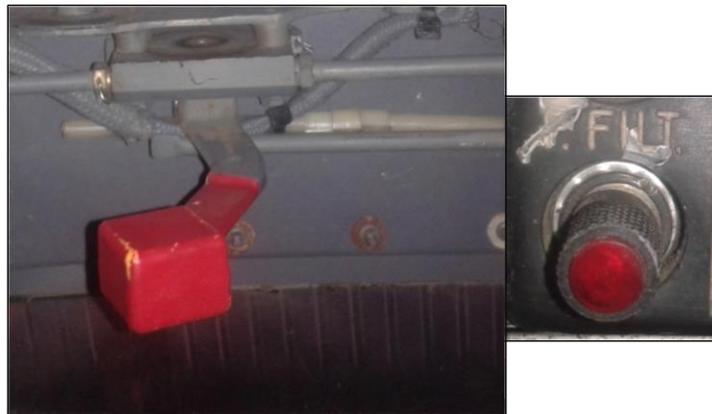
- Para visualizar el nivel de combustible del tanque auxiliar, lo observamos en el indicador de nivel de combustible auxiliar, ubicado en el overhead panel.



- Cuando encendemos la batería o existe un fallo de la misma, se encenderá la luz de advertencia BATT, ubicada en el panel de alarma.



- Cuando el filtro se encuentra obstruido, o lleno de impurezas, se encenderá la luz FILT, que está ubicado en el panel de instrumentos. De la misma manera cuando accionemos la manija cortafuego se encenderá esta luz indicado del filtro.



| UGT | MANUAL DE MANTENIMIENTO | Pág. 1 de 1 |
|--|--|---------------------------|
|  | COMPONENTES ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 342-L. | Código: M.M |
| | | Revisado: Nº: 1 |
| | Elaborado por: Carlos Vallejo | Fecha: |
| | Aprobado por: Tlgo. Alejandro Proaño | Enero 2015 |
| <p>1. OBJETIVO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documentar los procedimientos a realizar en cada una de las inspecciones que se lleven a cabo en los componentes eléctricos del sistema de combustible del helicóptero Gazelle SA-342-L. <p>2. ALCANCE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilitar los pasos que se deben seguir al momento de realizar el mantenimiento de los componentes electricos del sistema de combustible. <p>3. PROCEDIMIENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para un mejor programa de mantenimiento, se van a realizar los trabajos de acuerdo al siguiente programa: <p>3.1 MANTENIMIENTO PROGRAMADO O PREVENTIVO.</p> <p>Para realizar un mantenimiento de los componentes electricos se lo ha programado por fases y cada una de ellas con su tiempo, el cual nos ayudará a evitar fallas o daños en los mismos por el tiempo de uso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento cada 500 horas (T1) | | |

Este tipo de mantenimiento se lo realiza de acuerdo al tiempo de uso o funcionamiento del componente eléctrico cada 500 horas.

Referirse en el anexo D.

- Mantenimiento cada 4000 horas (T2)

Este tipo de mantenimiento se lo realiza de acuerdo al tiempo de uso o funcionamiento del componente eléctrico cada 4000 horas.

Referirse en el anexo D.

- Mantenimiento cada 2 años (C1)

Este tipo de mantenimiento se lo realiza cada 2 años, sin importar si el componente eléctrico este o no en funcionamiento.

Referirse en el anexo D.

- Mantenimiento cada 12 años (C2)

Este tipo de mantenimiento se lo realiza cada 12 años, sin importar si el componente eléctrico este o no en funcionamiento.

Referirse en el anexo D.

NOTA: El personal que realice el mantenimiento del sistema de combustible deberá tomar en cuenta las normas y precauciones de seguridad.

3.8 Presupuesto

El presupuesto que se presentó en el anteproyecto no es el presupuesto total utilizado en la rehabilitación de los componentes eléctricos del sistema de combustible, ya que este fue un presupuesto estimado, pero ya en el momento de realizar la reconstrucción se pudo palpar el presupuesto real del mismo.

3.8.1 Análisis de costos

La rehabilitación de los componentes eléctricos del sistema de combustible, detalla a continuación Costos primarios y secundarios:

Costos Primarios

- Materiales

Costos Secundarios

- Material
- Anillados
- Empastados

Costo total del proyecto de grado

3.8.2.1 Costos primarios

3.8.2.1.1 Costos de materiales

Tabla 3. 19

Total costos primarios

| N° | DETALLE | V/U | V/T |
|-------------------------------|---------------------|------------|----------------|
| 4 | Contactos de carbón | 3,00 | 12,00 |
| 150 | Fusibles | 0,15 | 22,50 |
| 10 | Amarras | 0,30 | 3,00 |
| 20 | Terminales de masa | 0,50 | 10,00 |
| 1 | Taipe | 0,80 | 0,80 |
| 1 | Cinta masquen | 0,75 | 0,75 |
| 2 | Lija | 1,50 | 3,00 |
| 4m | Franela | 1,00 | 4,00 |
| 5funda | Guaipe | 1,00 | 5,00 |
| 3 | Brocha | 0,80 | 2,40 |
| 1par | Guantes de nitrilo | 2,00 | 2,00 |
| 1par | Guantes de pupo | 2,00 | 2,00 |
| 1 | Contact cleaner | 6,00 | 6,00 |
| 1 | WD-40 | 9,00 | 9,00 |
| 1 | Crema de soldar | 0,80 | 0,80 |
| 1m | Estaño | 1,50 | 1,50 |
| 1 | Linterna | 4,00 | 4,00 |
| TOTAL GASTOS PRIMARIOS | | | \$88,75 |

3.8.2.2 Costos secundarios

3.8.2.2.1 Costos de materiales

Tabla 3. 20

Total costos secundarios

| N° | DETALLE | V/U | V/T |
|---------------------------------|----------------|------------|-----------------|
| 40días | Transporte | 5,00 | 200,00 |
| 40días | Alimentación | 2,00 | 80,00 |
| 3 | Anillados | 15,00 | 45,00 |
| 1 | Empastados | 20,00 | 20,00 |
| 500 | Copias | 0,03 | 15,00 |
| 1 | CD | 3,00 | 3,00 |
| | Varios | | 100,00 |
| TOTAL GASTOS SECUNDARIOS | | | \$463,00 |

3.8.3 Costo total del proyecto

Tabla 3. 21

Total costo del proyecto

| DETALLE | Valor USD |
|---------------------------------|------------------|
| Gastos primarios | 88,75 |
| Gastos secundarios | 463,00 |
| TOTAL GASTO DEL PROYECTO | \$551,75 |

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Para lograr una rehabilitación exitosa de los componentes eléctricos del sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342-L, se necesitó los manuales técnicos, para la recopilación de información como son: el Manual de Mantenimiento (MM), el Catálogo Ilustrado de Partes (IPC), los mismos que fueron de gran ayuda.
- Una vez finalizado el proceso de rehabilitación con la implementación de los componentes eléctricos del sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342-L, se ha podido comprobar el correcto funcionamiento del mismo, realizando pruebas de funcionamiento, en los que se verificó su total funcionalidad y utilidad.
- La rehabilitación de los componentes eléctricos, permitió que el sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342-L opere de una forma adecuada y desarrolle eficazmente la operación del mismo.
- Con la rehabilitación del sistema de combustible en general del Helicóptero Gazelle SA 342-L, se brindó una ayuda muy importante en la enseñanza de este sistema para los alumnos del curso de aerotécnicos de la especialidad de helicópteros en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército.

4.2 RECOMENDACIONES

- Para la rehabilitación de los componentes eléctricos del sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342-L, hay que regirse a los Manuales de Mantenimiento y Catálogo Ilustrado de Partes del mismo.
- En la rehabilitación del sistema de combustible en general, se necesita tanto apoyo humano, como tecnológico, debido a que es un proceso muy delicado y de mucha precisión.
- Tomar las medidas de seguridad pertinentes al momento de realizar la rehabilitación de componentes eléctricos del sistema de combustible del Helicóptero Gazelle SA 342-L, para de esta manera evitar daños materiales y salvaguardar la vida de las personas que lo realicen.

GLOSARIO

- **Rehabilitación:** Acción y efecto de rehabilitar, habilitar de nuevo o restituir a alguien o algo a su antiguo estado.
- **Montaje:** Acción y efecto de montar un objeto ya construido y terminado. Combinación de las diversas partes de un todo.
- **Instalación:** Acción y efecto de instalar o instalarse.
- **Polivalente:** Que tiene varias funciones, o puede desempeñar varias funciones.
- **Fenestrón:** También llamado fantail o rotor de ventana, es una hélice de 8 a 18 palas, encerrado en la cola del helicóptero.
- **Receptáculo:** Cavidad en que se contiene o puede contenerse una sustancia.
- **Obturante:** Referido a lo que sirve para obturar cerrar o tapar.
- **Decantación:** Procedimiento para separar dos sustancias mezcladas, mediante el vertido de la más densa.
- **Refrigeramiento:** Proceso que consiste en bajar o mantener el calor de un cuerpo o de un espacio.
- **Electrolito:** Es un proceso de recubrimiento por electrólisis.
- **Purga:** Restos que se eliminan en determinadas operaciones.

ABREVIATURAS

- **SAE:** Servicio Aéreo del Ejército.
- **ETAE:** Escuela Técnica de la Aviación del Ejército.
- **BAE:** Base Aérea del Ejército
- **SNIAS:** Société Nationale Industrielle Aérospatiale.
- **M.M:** Manual de mantenimiento.
- **M.O:** Manual de operación.
- **H.R.E:** Hoja de registro del mantenimiento de los componentes eléctricos del sistema de combustible.
- **I.P.C:** Catalogo ilustrado de Partes.
- **A.M.M:** Manual de Mantenimiento de la Aeronave.
- **FILT:** Filtro de Combustible.
- **PUMP:** Bomba.
- **BATT:** Batería.
- **GTM:** Grupo Turbo Moto Propulsor.
- **E.P.I:** Equipo de Protección Individual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Eurocopter. (1978). Catálogo Ilustrado de Partes. Vol. 1. París. Publicaciones Eurocopter.
- Eurocopter. (1978). Manual de mantenimiento. Vol. 1. París. Publicaciones Eurocopter.
- Eurocopter. (1978). Manual de Vuelo. Vol. 1. París. Publicaciones Eurocopter.

- http://www.aerofull.com/new/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=55 [Citado Septiembre 2014].
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Combustible> [Citado Septiembre 2014].
- <http://www.definicionabc.com/general/combustible.php> [Citado Septiembre 2014].
- <http://www.aerodromolajuliana.es/pdf/jet.pdf> [Citado Octubre 2014].
- <http://www.slideshare.net/pitbar/sistema-de-combustible-de-aeronave> [Citado Octubre 2014].
- <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF36.html> [Citado Octubre 2014].
- <http://aerowiki-info.blogspot.com/2013/09/vbehaviorurldefaultvmlo.html> [Citado Octubre 2014].
- https://www.faa.gov/regulations_policies/handbook_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/amt_airframe_vol1.pdf [Citado Noviembre 2014].
- <http://www.definicionabc.com/general/mantenimiento.php#ixzz3Kuww9edL> [Citado Noviembre 2014].

ANEXOS