



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA  
AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTOR: VÁSQUEZ CABRERA, DANIEL FERNANDO

DIRECTOR: TLGO. JOHNATAN VALENCIA

LATACUNGA

2019

# TEMA: INSPECCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA AERONAVE CESSNA 150M PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE



# Planteamiento del problema

- ▶ La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de Las Fuerzas Armadas es la única institución a nivel nacional en ofrecer carreras técnicas en el ámbito aeronáutico y certificada por la DGAC para reforzar la industria aérea nacional y ayudar al cambio de la matriz productiva del país.
- ▶ La aeronave Cessna 150M de matrícula N2919V recientemente donada a la institución requiere de una inspección del sistema eléctrico para determinar la condición del mismo y realizar procesos de mantenimiento y reparación de sus componentes asociados con el fin proporcionar una fuente de energía a la aeronave para la manipulación de las diferentes luces, instrumentos y demás equipo eléctrico a bordo.

# Justificación

- ▶ La Unidad de Gestión de Tecnologías necesita mantener a sus aviones escuela en óptimas condiciones para la correcta instrucción por parte del docente a los estudiantes para el cumplimiento de los objetivos propuestos en las asignaturas.
- ▶ Los docentes y estudiantes se beneficiarán de una aeronave con un sistema eléctrico en óptimas condiciones con el cual se pueda realizar diversas tareas como inspecciones, mantenimiento y chequeos operacionales a la aeronave que fortalezca el conocimiento de los estudiantes
- ▶ Este tipo de aeronaves, tienen gran presencia en la industria aérea nacional por lo que se fortalecerá de manera sustancial el conocimiento de un sistema de suma importancia en la aeronave y su operación.

# Objetivos

## Objetivo General

Inspeccionar el sistema eléctrico de la aeronave Cessna 150M mediante el uso de manuales de la aeronave y procedimientos técnicos para la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas

## Objetivos específicos

- Recopilar la información necesaria para desarrollar las inspecciones planificadas para el sistema eléctrico de la aeronave.
- Inspeccionar los sistemas de generación y distribución de energía de la aeronave y sus componentes asociados.
- Realizar pruebas de comprobación de los componentes del sistema eléctrico para verificar su funcionamiento una vez realizada la inspección y mantenimiento.

# Alcance

El presente proyecto pretende brindar a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de Las Fuerzas Armadas una aeronave con su sistema eléctrico evaluado y funcional para facilitar la práctica de los estudiantes en aeronaves de aviación menor y el fortalecimiento de conocimientos relacionados al sistema eléctrico en este tipo de aeronaves

# Cessna 150

- ▶ Sucesor del exitoso Cessna 140.
- ▶ Más de 23000 unidades producidas.
- ▶ Motor de pistón Continental O-200 de 100HP.
- ▶ Hélice de paso fijo
- ▶ Sistema eléctrico de corriente continua.
- ▶ Panel de control analógico.
- ▶ Tren de aterrizaje reforzado.
- ▶ Alas de bordes cuadrados.
- ▶ Incorporación de fowler slotted flaps.
- ▶ Tren de aterrizaje tipo triciclo.



# Generalidades del sistema eléctrico

El sistema eléctrico de la aeronave funciona con corriente continua.

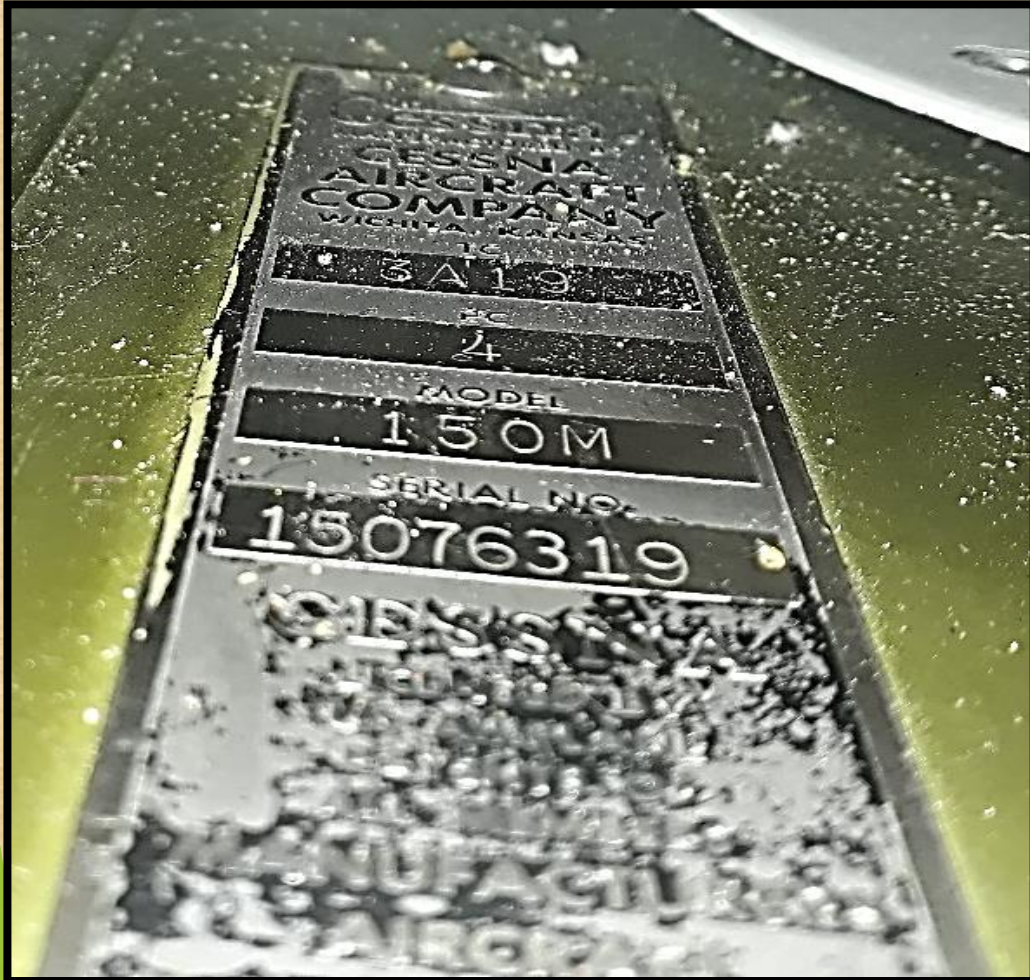
Comprende:

- ▶ Batería de 12v.
- ▶ Alternador de 14v a 60 amperios.
- ▶ Barra de distribución y dispositivos de protección de circuitos.
- ▶ Sistema de luces.
- ▶ Calefacción del sistema Pitot.
- ▶ Flap motor para accionamiento de flaps.





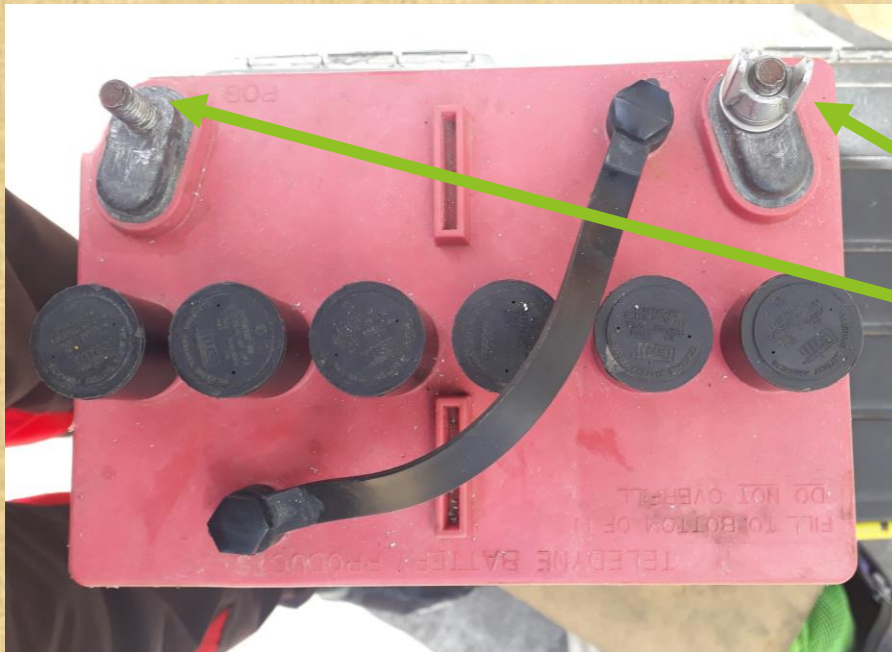
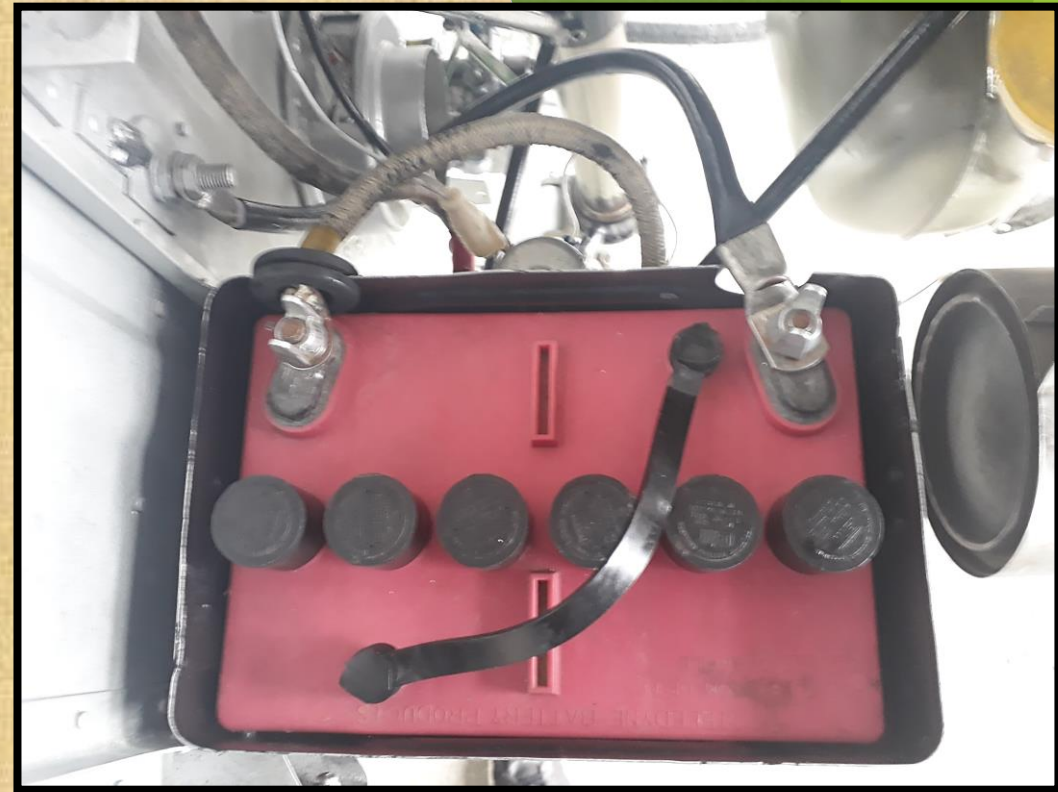
# Identificación de la aeronave y manuales aplicables



POPULAR NAME	MODEL YEAR	MODEL	BEGINNING	SERIALS	ENDING
150 STANDARD 150 TRAINER, or 150 COMMUTER	1969 1970 1971 1972 1973 1974	150J 150K 150L 150L 150L 150L	15069309 15071129 15072004 15072629 15073662 15074851		15071128 15072003 15072628 15073661 15074850 15075781
150 STANDARD 150 COMMUTER 150 COMMUTER II	1975	150M	15075782		15077005
150 COMMUTER 150 COMMUTER II	1976	150M	15077006		
REIMS 150 REIMS/CESSNA F150	1969 1970 1971 1972 1973 1974	F150J F150K F150L F150L F150L F150L	F15000390 F15000530 F15000659 F15000739 F15000864 F15001014		F15000529 F15000658 F15000738 F15000863 F15001013 F15001143
REIMS/CESSNA F150 REIMS/CESSNA F150 COMMUTER	1975 1976	F150M F150M	F15001144 F15001249		F15001248
150 AEROBAT	1970 1971 1972	A150K A150L A150L	A1500001 A1500227 A1500277		A1500226 A1500276 A1500276

# Inspección de la batería

- Remoción de la batería
- Inspección visual
- Limpieza
- Adición de agua destilada



Corrosión

# Proceso de carga

## Método de carga por voltaje constante

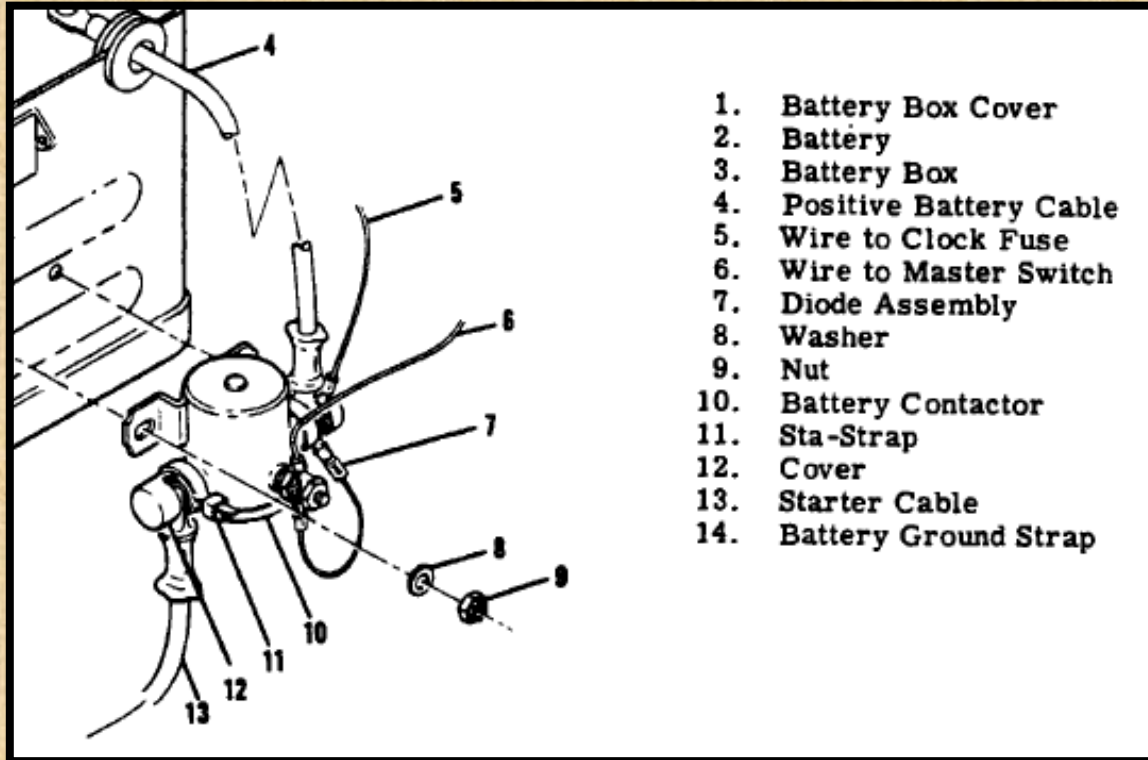
Consideraciones:

- ▶ Lugar ventilado y libre de dispositivos emisores de chispas o flamas.
- ▶ Precaución al realizar las conexiones



# Inspección contactor

- ▶ Inspección visual por condición
- ▶ Revisión de instalación
- ▶ Limpieza de contactos



# Master Switch y barra bus

- ▶ Inspección visual por instalación correcta del master switch
- ▶ Problemas de conexión en determinados fusibles
- ▶ Limpieza de la barra bus (Contact Cleaner)

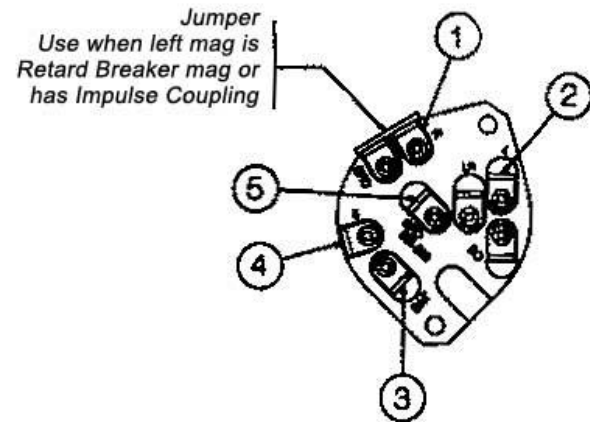
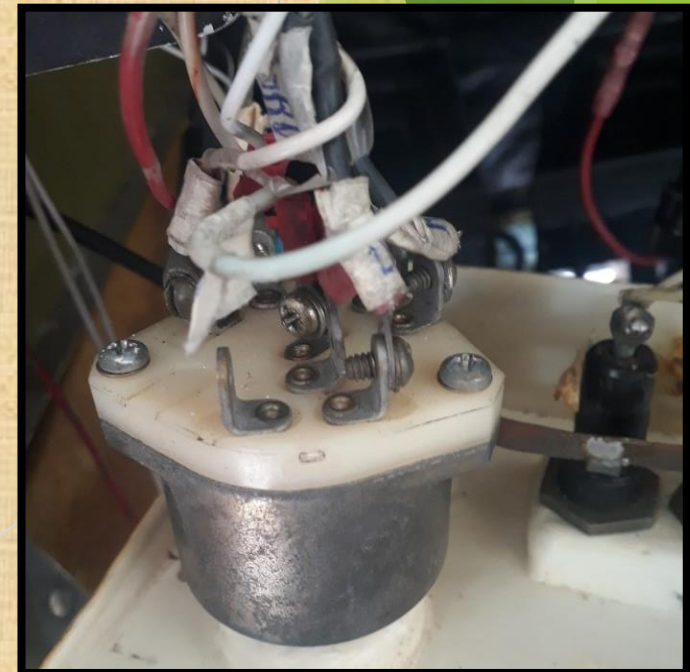
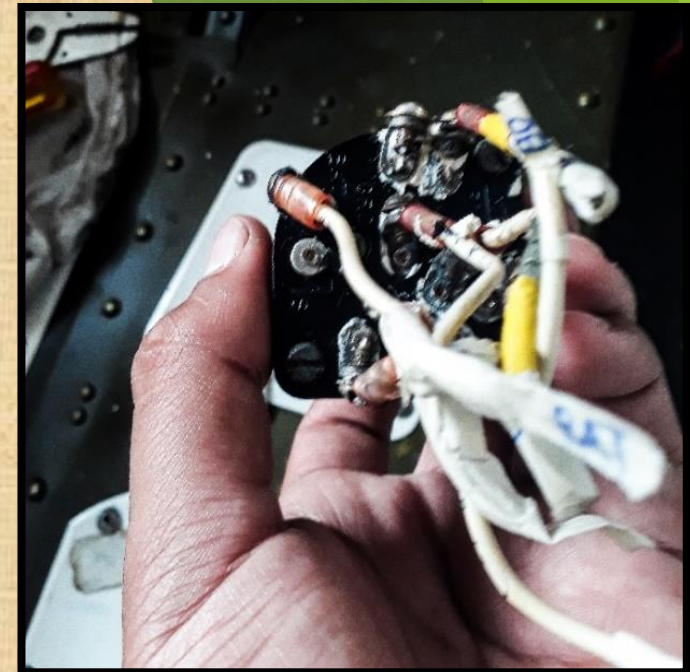


# Switch de ignición

Inspección del switch.

- ▶ Mecanismo atascado.
- ▶ Cableado cortado

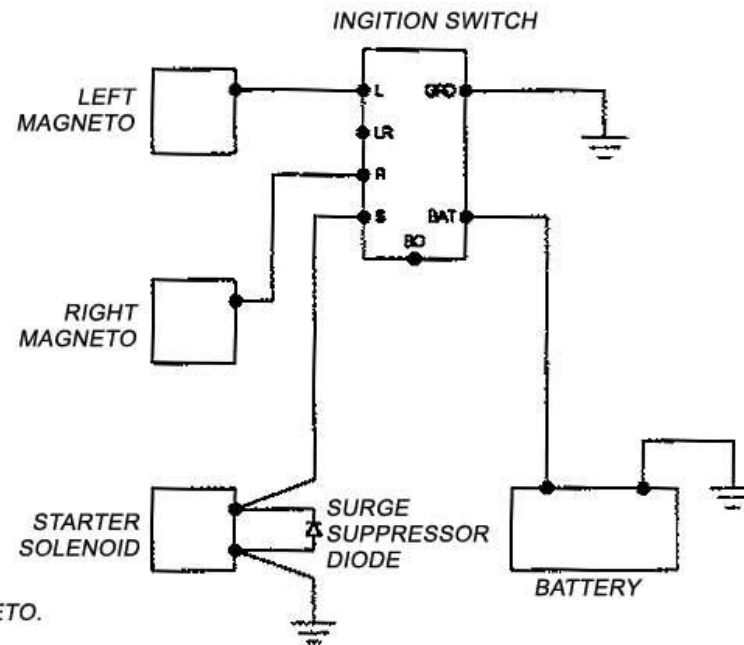
Solución: Reemplazo de switch de ignición.



1. Connect wire from right mag to terminal 1.
2. Connect wire from left mag to terminal 2.
3. Connect wire from positive terminal of power supply to terminal 3.
4. Connect wire from starter solenoid to terminal 4.
5. Connect wire from terminal 5 (center ground terminal) to nearest structural member.

#### NOTES:

- A. Use JUMPER on terminal 1 when LEFT MAG has IMPULSE COUPLING.
- B. Use JUMPER on terminal 1 & use the "LR" and "BO" terminals for a 2-terminal starting vibrator when LEFT MAG is RETARD BREAKER MAGNETO.
- C. Use SHIELDED wire on all connections and ground shielding to nearest structural member.



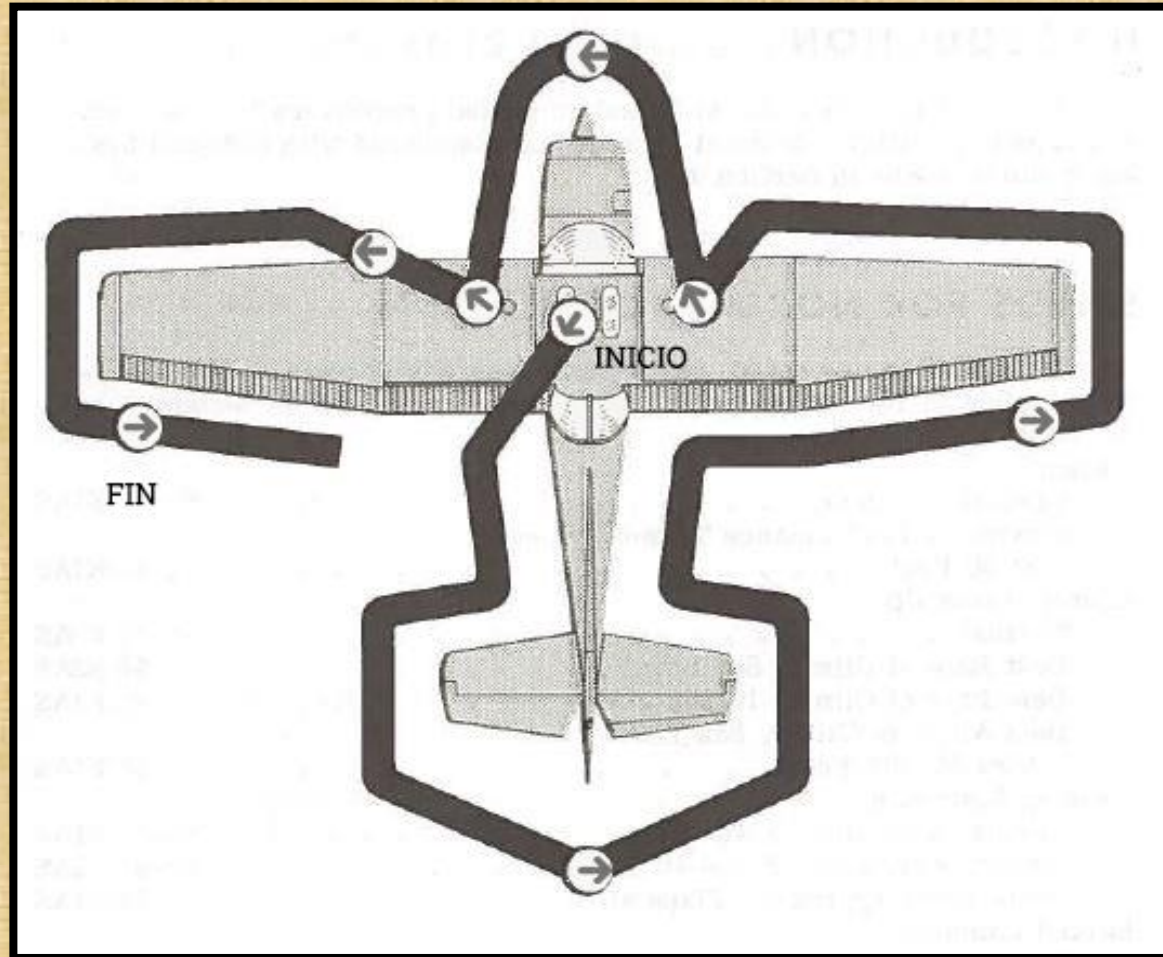
WIRING DIAGRAM FOR IGNITION SWITCH WITH STRAT DIAGRAM

# Prueba operacional

- ▶ Propósito: Comprobar el funcionamiento de la batería a través del giro de la hélice mediante un cranking del motor.
- ▶ Cranking del motor: se refiere a girar el cigüeñal del motor mediante el starter sin inyectar combustible, por lo que el motor solo gira sin encenderse.

# Walk Around

Se realiza un recorrido alrededor de la aeronave para comprobar que el área esté libre de obstáculos.





# Proceso de arranque

Proceso basado en el POH de la aeronave, constando de los siguientes pasos:

- ▶ En el procedimiento detalla que la palanca de mezcla debe estar rica, pero en nuestro caso, la mantenemos en Corte porque no se requiere que combustible ingrese al carburador.
- ▶ El selector de calefacción del carburador se mantiene en COLD.
- ▶ El selector de potencia en ralentí.
- ▶ Master switch a posición ON.
- ▶ Giramos la llave en el switch de ignición a la posición START y no se observa movimiento de la hélice.
- ▶ Se realizó un nuevo intento de arranque del motor en seco, con la misma condición no satisfactoria ocurrida en el primer intento.

# Troubleshooting

Problema: La batería es incapaz de realizar un cranking del motor.

## 16-12. TROUBLE SHOOTING THE BATTERY POWER SYSTEM.

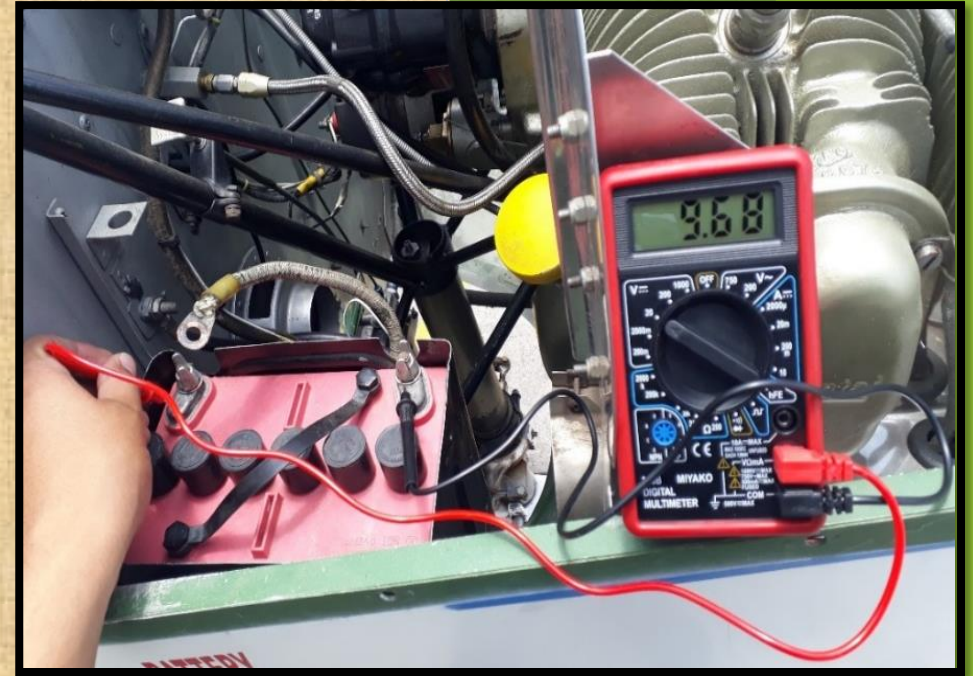
TROUBLE	PROBABLE CAUSE	REMEDY
BATTERY WILL NOT SUPPLY POWER TO BUS OR IS INCAPABLE OF CRANKING ENGINE.	Battery discharged.	1. Measure voltage at "BAT" terminal of battery contactor with master switch and a suitable load such as a taxi light turned on. Normal battery will indicate 11.5 volts or more. If voltage is low, proceed to step 2. If voltage is normal, proceed to step 3.
	Battery faulty.	2. Check fluid level in cells and charge battery at 20 amps for approximately 30 minutes or until the battery voltage rises to 15 volts. Check battery with a load type tester. If tester indicates a good battery, the malfunction may be assumed to be a discharged battery. If the tester indicates a faulty battery, replace the battery.
	Faulty contactor or wiring between contactor or master switch.	3. Measure voltage at master switch terminal (smallest) on contactor with master switch closed. Normal indication is zero volts. If voltage reads zero, proceed to step 4. If a voltage reading is obtained check wiring between contactor and master switch. Also check master switch.

Valor normal de operación: 11.5V DC o más.

Valor de la medición: 9.68V DC.

Extracto del manual de servicio de Baterías Gill

7.9.1 Deep discharge is usually indicated by a battery voltage of less than 10 volts (12 volt battery) or 20 volts (24 volt battery). There is a possibility of recovering these batteries using constant-current charging techniques, provided they have not been in the deep-discharge state for more than 15 days at temperatures around 30°F to 80°F, in which case, the batteries should be replaced.



Batería considerada como  
profundamente descargada



Reemplazo  
de batería

# Segundo intento de cranking del motor



# Inspección del alternador

La inspección al alternador comprende una profunda evaluación externa como de sus componentes internos.

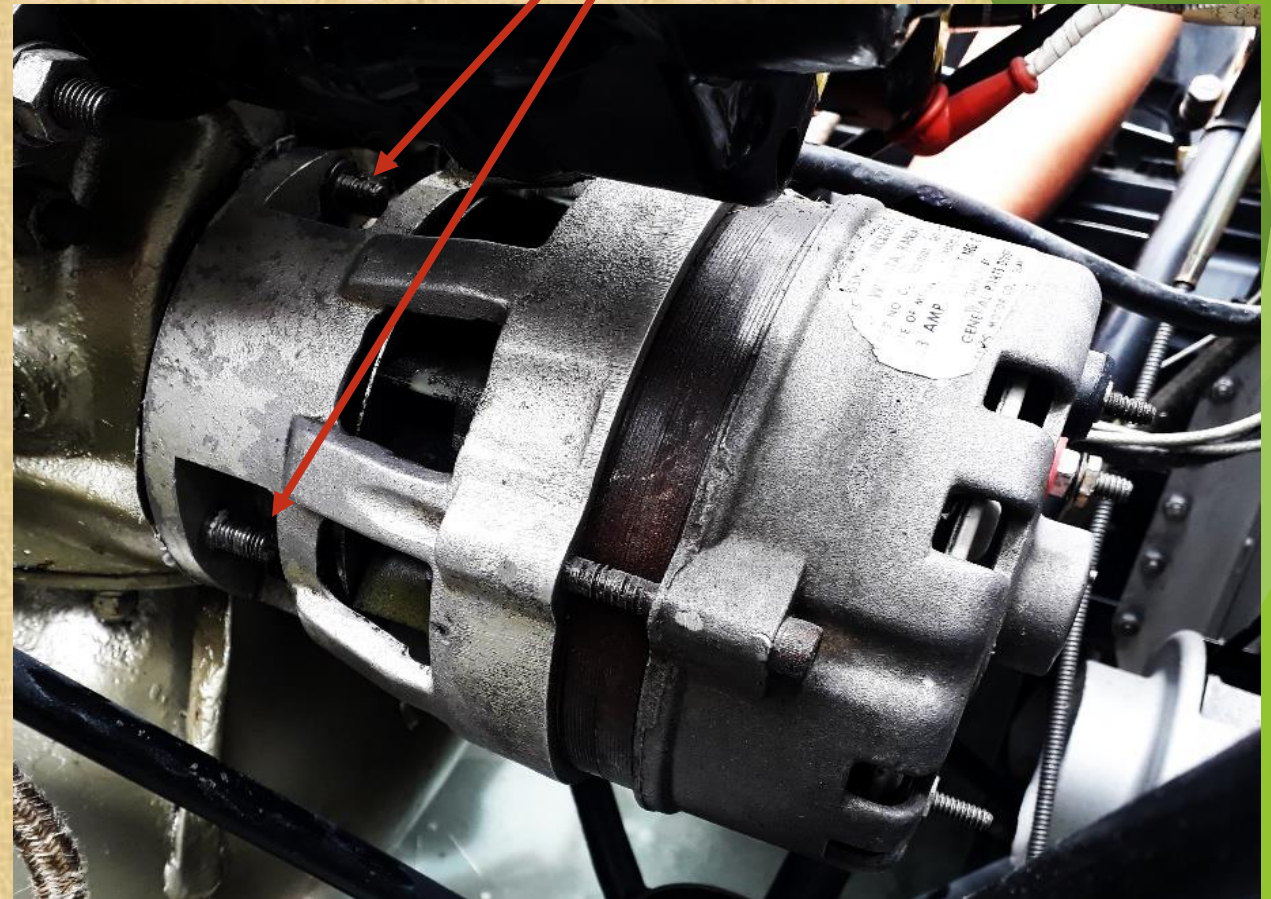
- Cableado
- Engranaje de accionamiento.
- Puente rectificador.
- Conjunto rotor.
- Conjunto estator.
- Escobillas.
- Junta de unión alternador- motor.



# Remoción del alternador

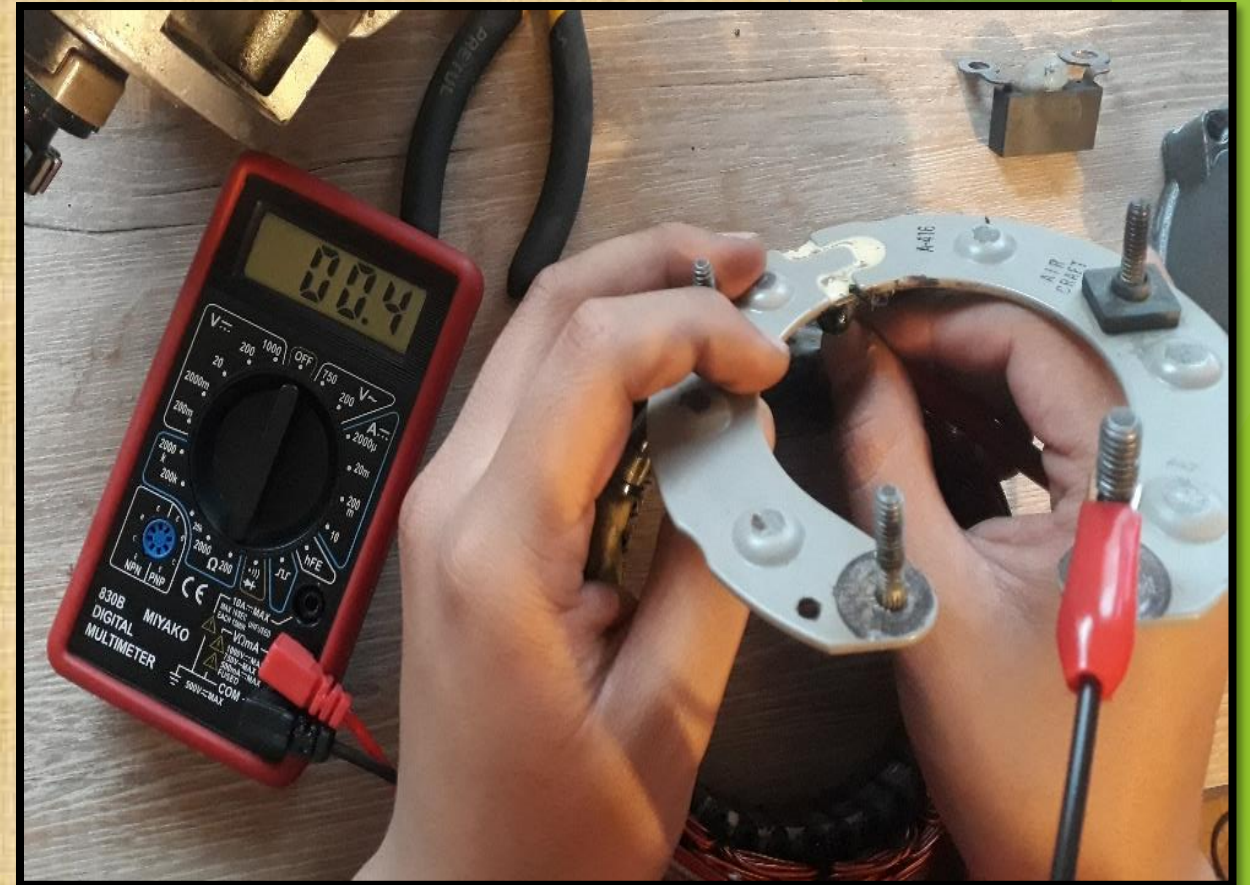
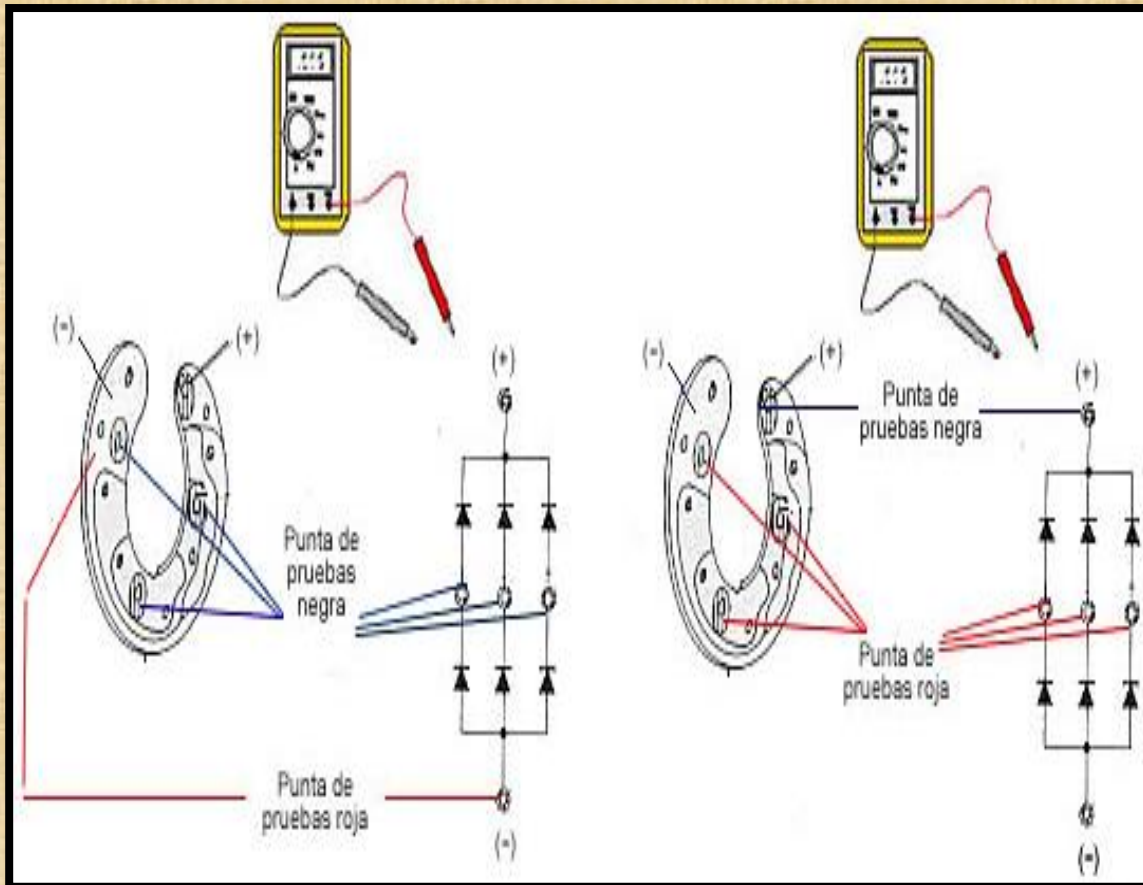
- ▶ Master Switch OFF.
- ▶ Abrir capotas del motor.
- ▶ Desconexión cable negativo de la batería.
- ▶ Identificación del cableado.
- ▶ Remover tuercas de los montantes.
- ▶ Remover alternador.

Pernos montantes



# Puente rectificador

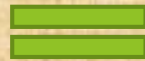
Con el uso de un multímetro realizamos el test a los diodos del puente rectificador para determinar su condición



# Inspección de escobillas

- ▶ Inspección visual por condición.
- ▶ Verificación de medida de las escobillas
- ▶ Inspección del alojamiento de las escobillas y resortes.

Medida escobillas nuevas: 12.7mm  
Medida permisible máxima: 6.35mm  
Medida de escobillas: 12mm  
Nivel de desgaste: 5.5%



Escobillas dentro del rango de operación

## Extracto del manual del alternador Hartzell

**500 Hours TIS & each 500 hours thereafter. (or each two years, the first to occur)**

Remove each brush and check for wear or damaged brushes. If brush shows more than 50% wear or has chips or damage, replace brushes (brushes must be replaced as a set only). New brushes are 0.50 inch (12.7 mm) long. With the alternator removed, check the drive coupling or visually check belt and belt drive line components. Adjust belt tension to proper values per engine/aircraft service instructions or maintenance manual. Examine the alternator insulators and replace if cracked or burnt. Inspect the aluminum housing for surface corrosion, clean and treat. Inspect housings for cracks around through bolt holes and ears.



# Elemento rotor

Test de continuidad en rotor



Test de aislamiento del rotor

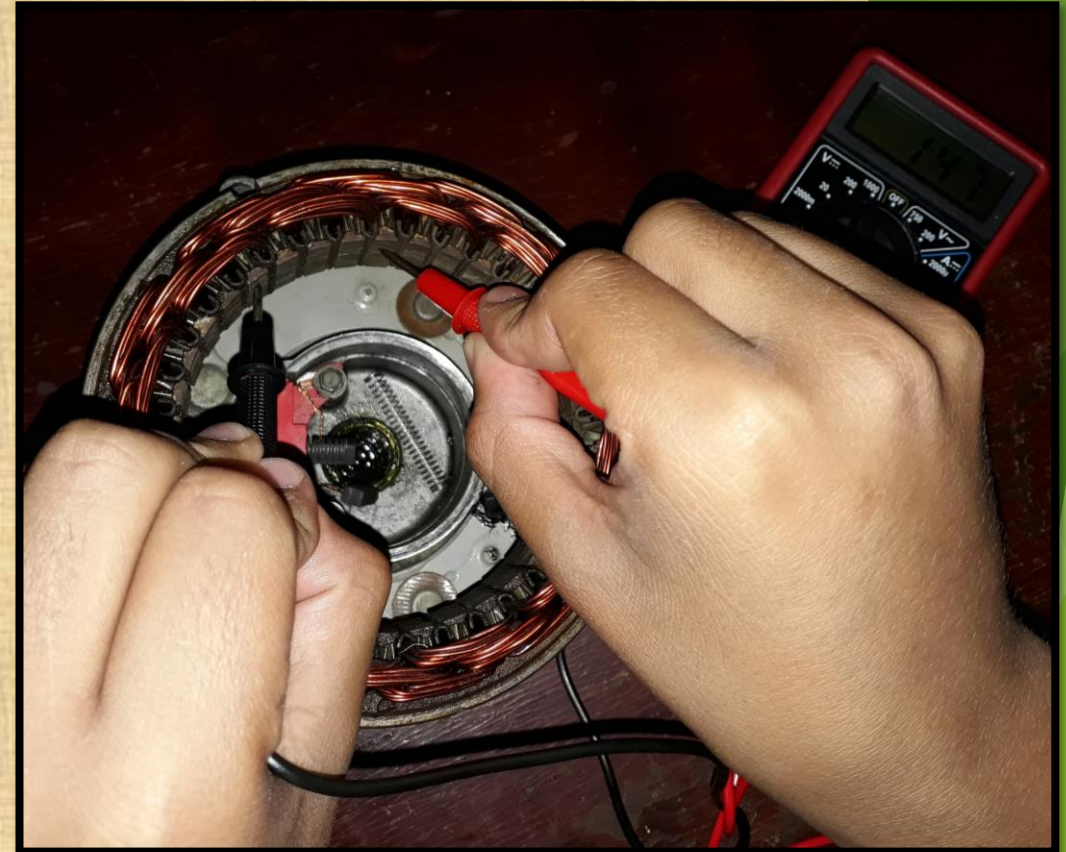


# Elemento estator

Inspección visual del arrollamiento por condición del aislamiento.



Verificación por multímetro del aislamiento de las bobinas

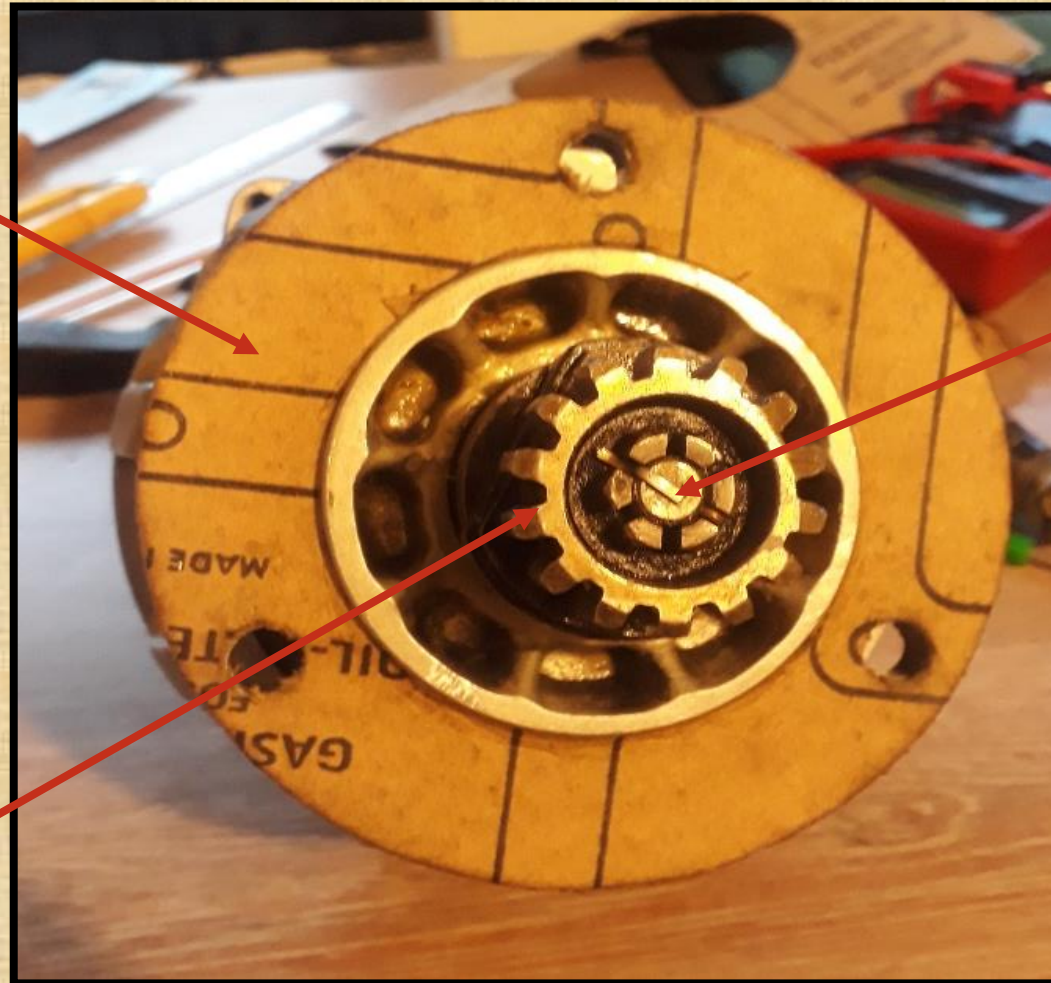


# Reemplazo de junta dañada e inspección de engranaje

Junta nueva

Cotter Pin

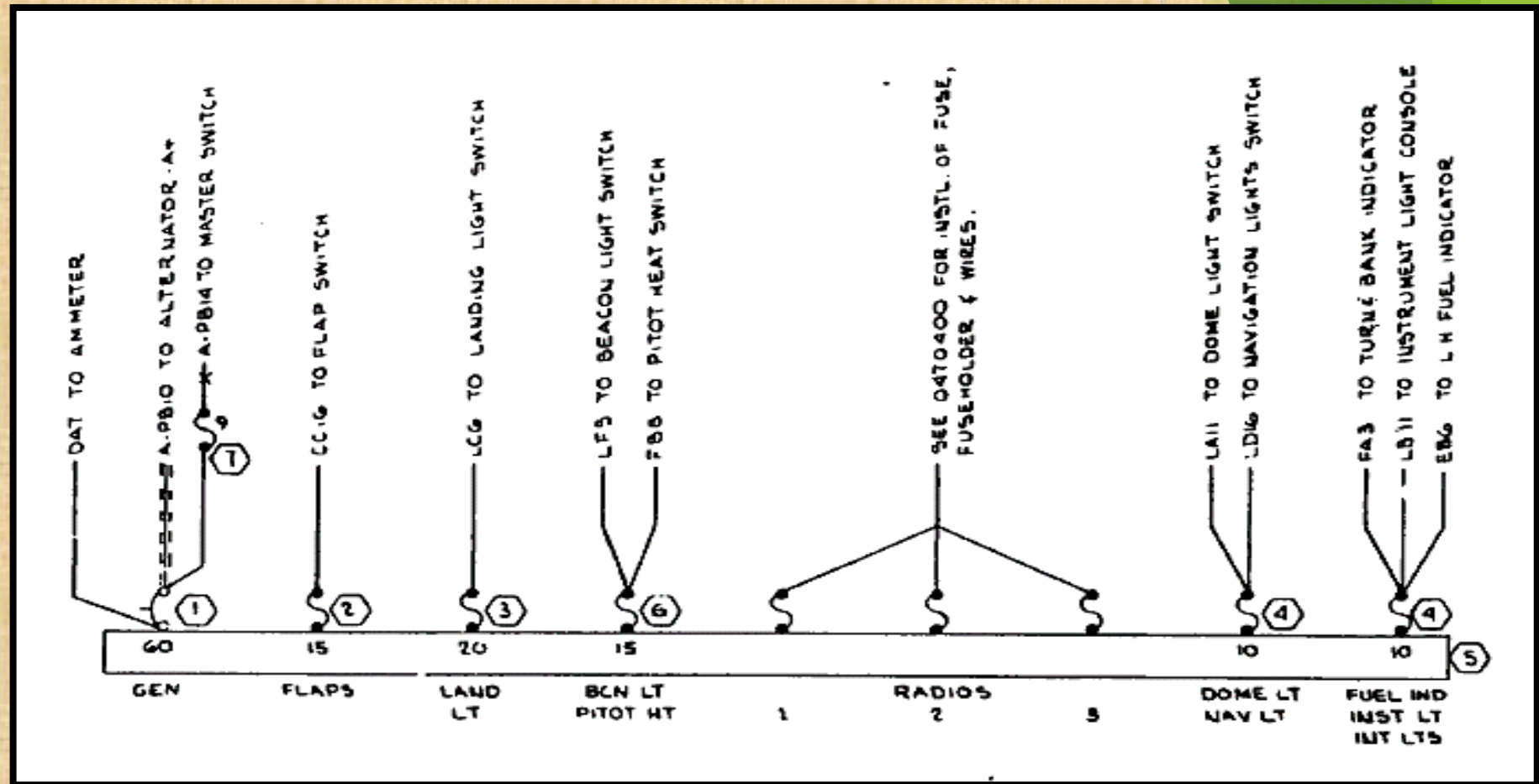
Engranaje



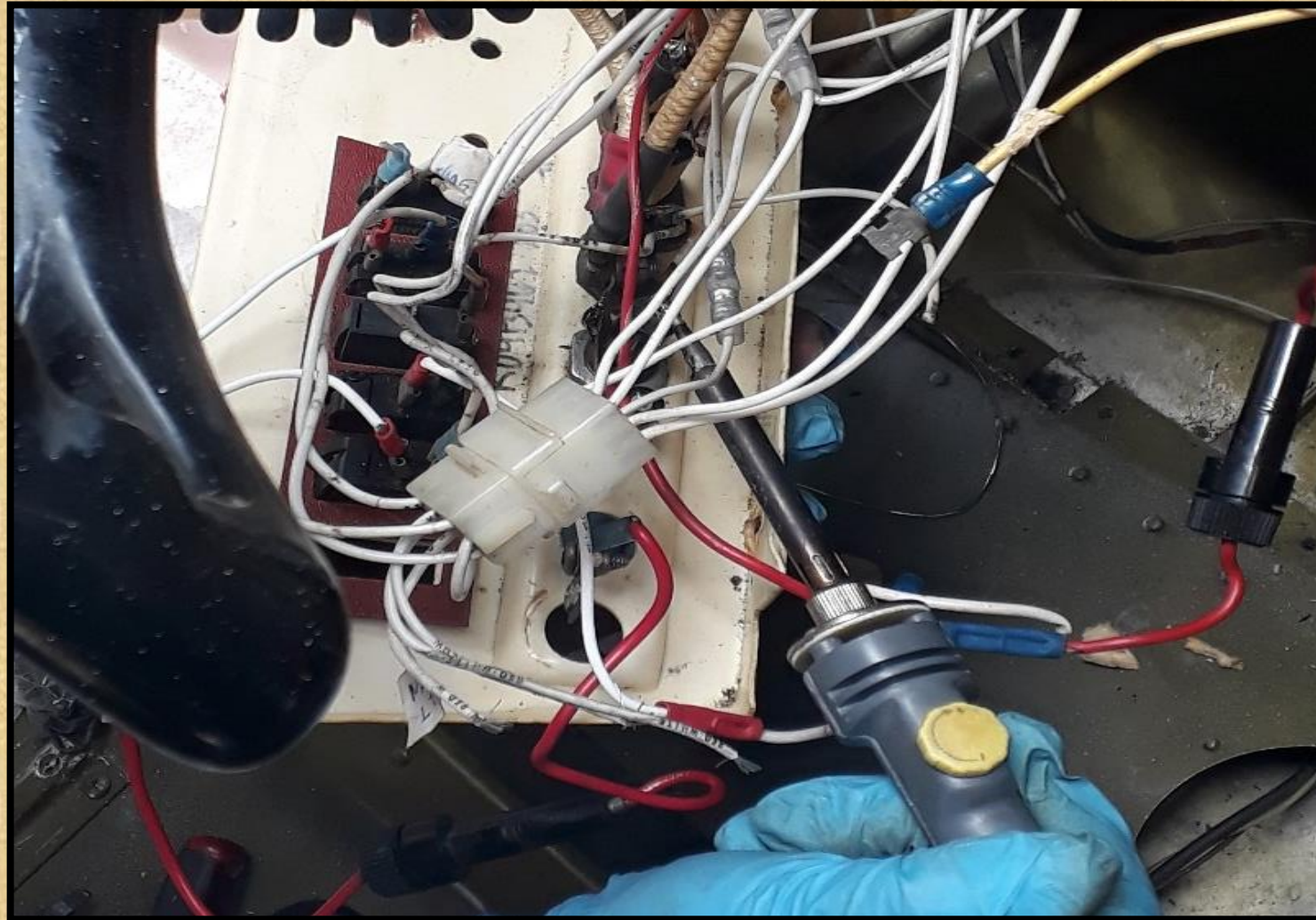
# Dispositivos protectores de circuitos

- ▶ La aeronave Cessna 150M cuenta con fusibles como método de protección ante una repentina subida de tensión provocada por un cortocircuito.

Reemplazo de fusibles



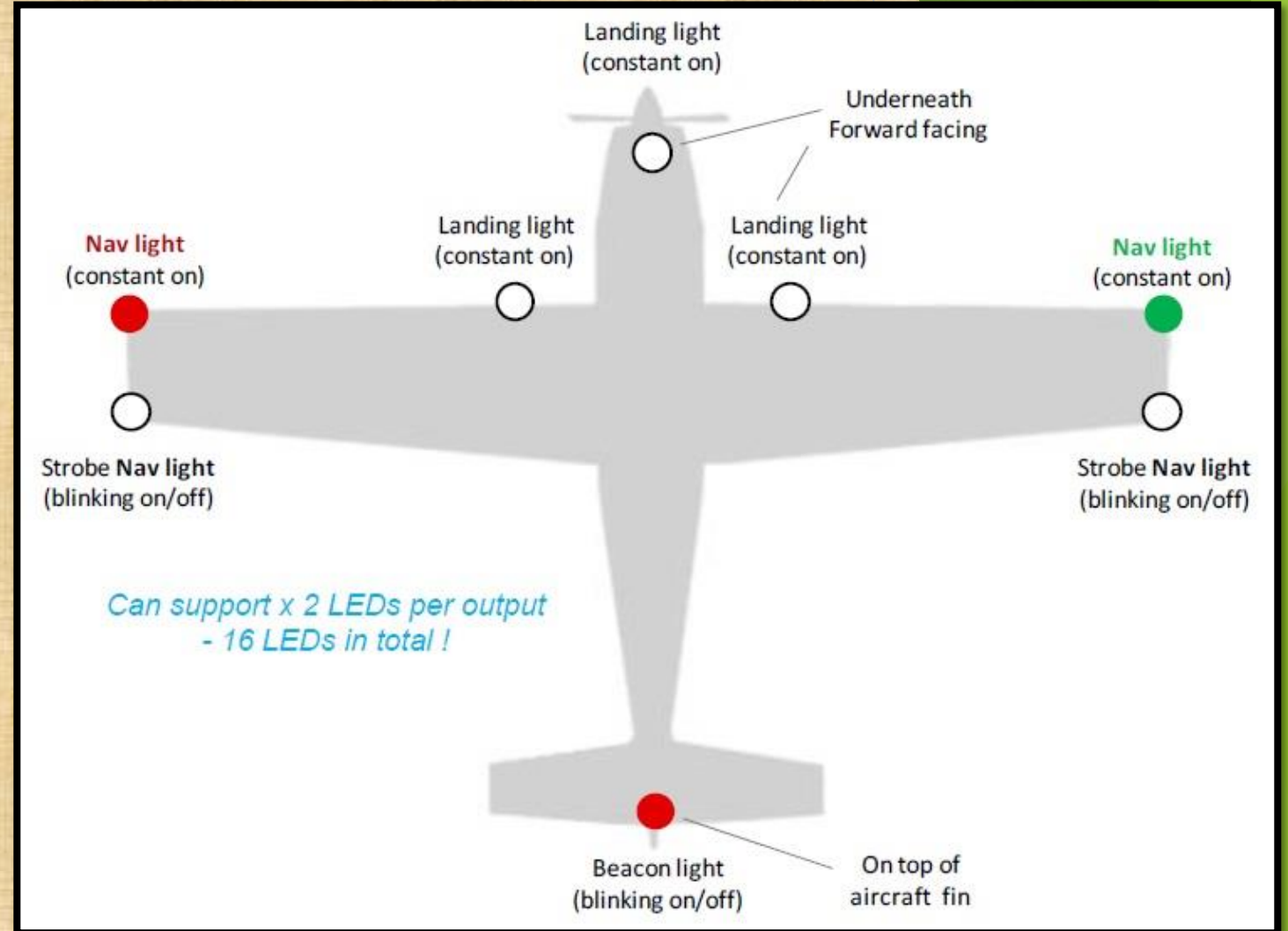
# Soldadura de portafusibles a barra bus



# Inspección sistema de luces de la aeronave

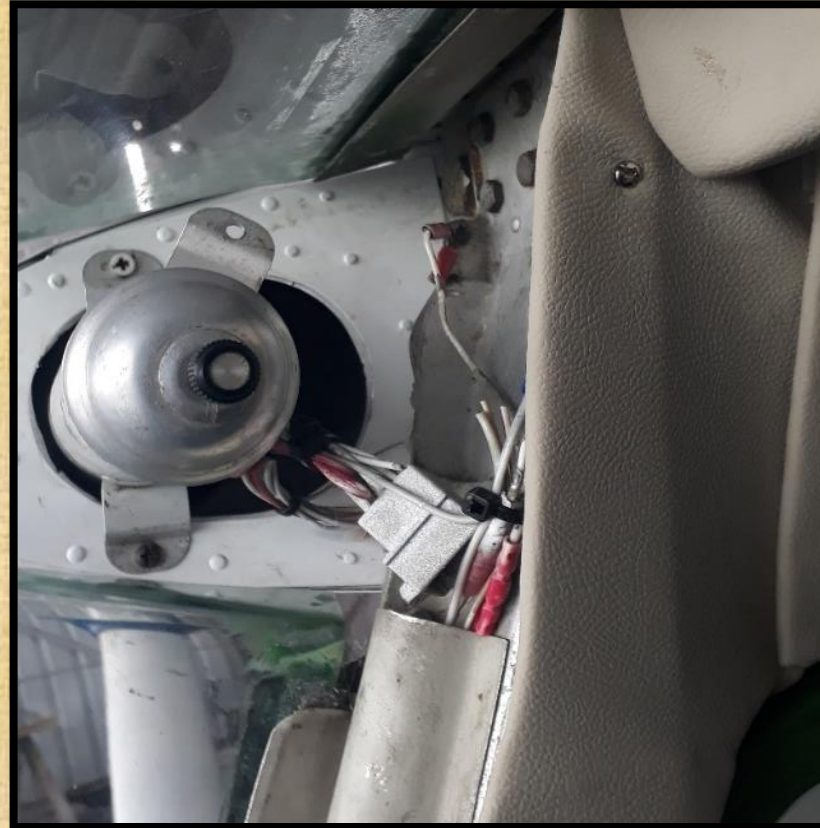
Adicionalmente, aeronaves de mayor tamaño tienen:

- Luces de logo
- Luces de iluminación de ala
- Luces de la bahía seca
- Luces estroboscópicas



# Inspección luces de navegación

- ▶ Cableado del ala izquierda y derecha cortado.
- ▶ Identificación mediante diagrama eléctrico del cableado.

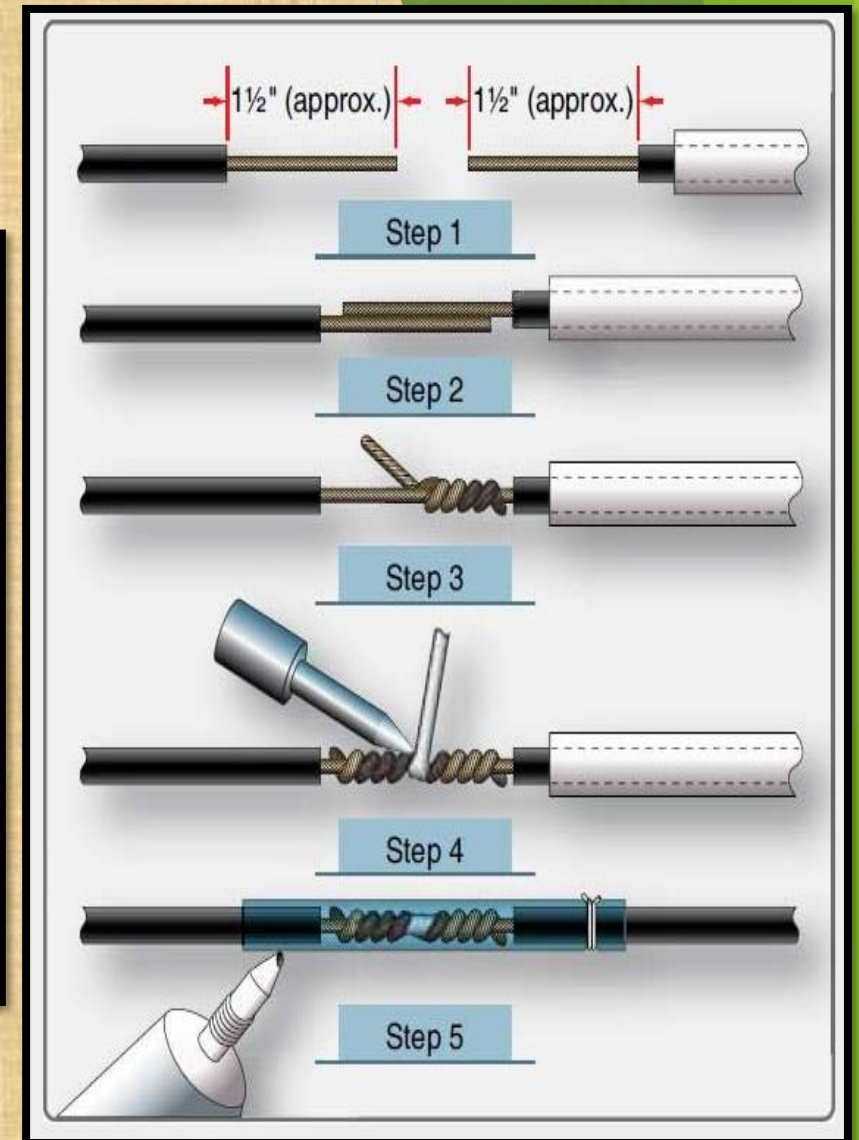
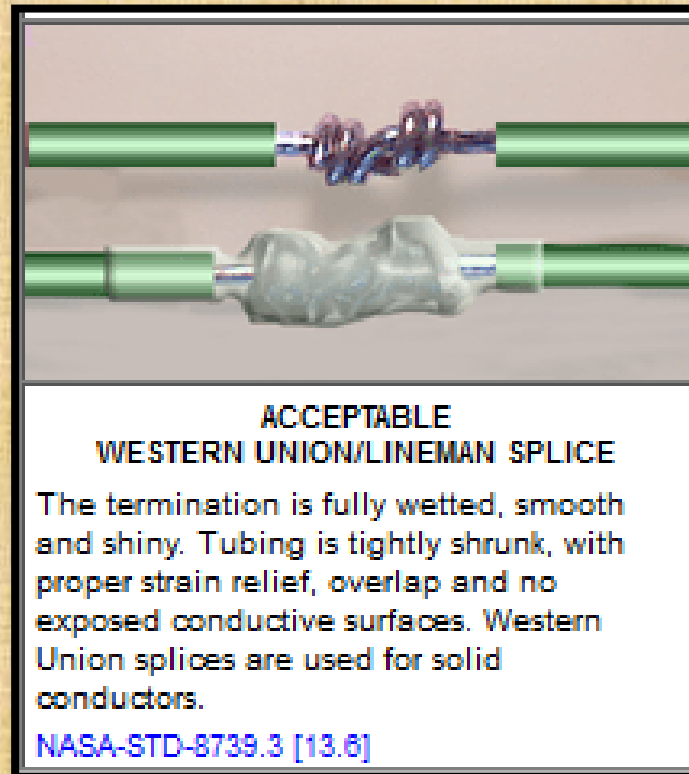


# Soldadura de cableado eléctrico

Para la soldadura del cableado se procede de la siguiente manera:

1. Se remueve una pulgada y media de aislante de cada extremo de los cables.
2. Se gira cada extremo del cable por mínimo 4 vueltas.
3. Se aplica el estaño con el cautín en la unión.
4. Se aísla la unión del ambiente por medio de un aislante plástico o de caucho (espaguete).

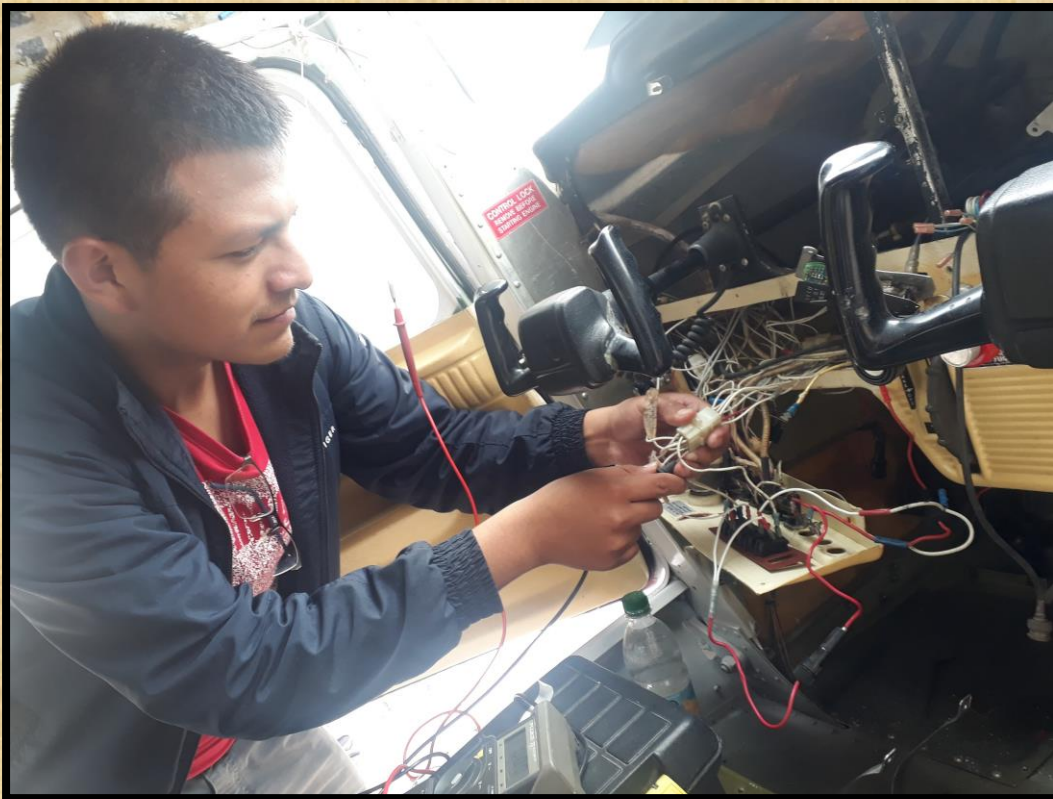
NASA-STD-8739.4A



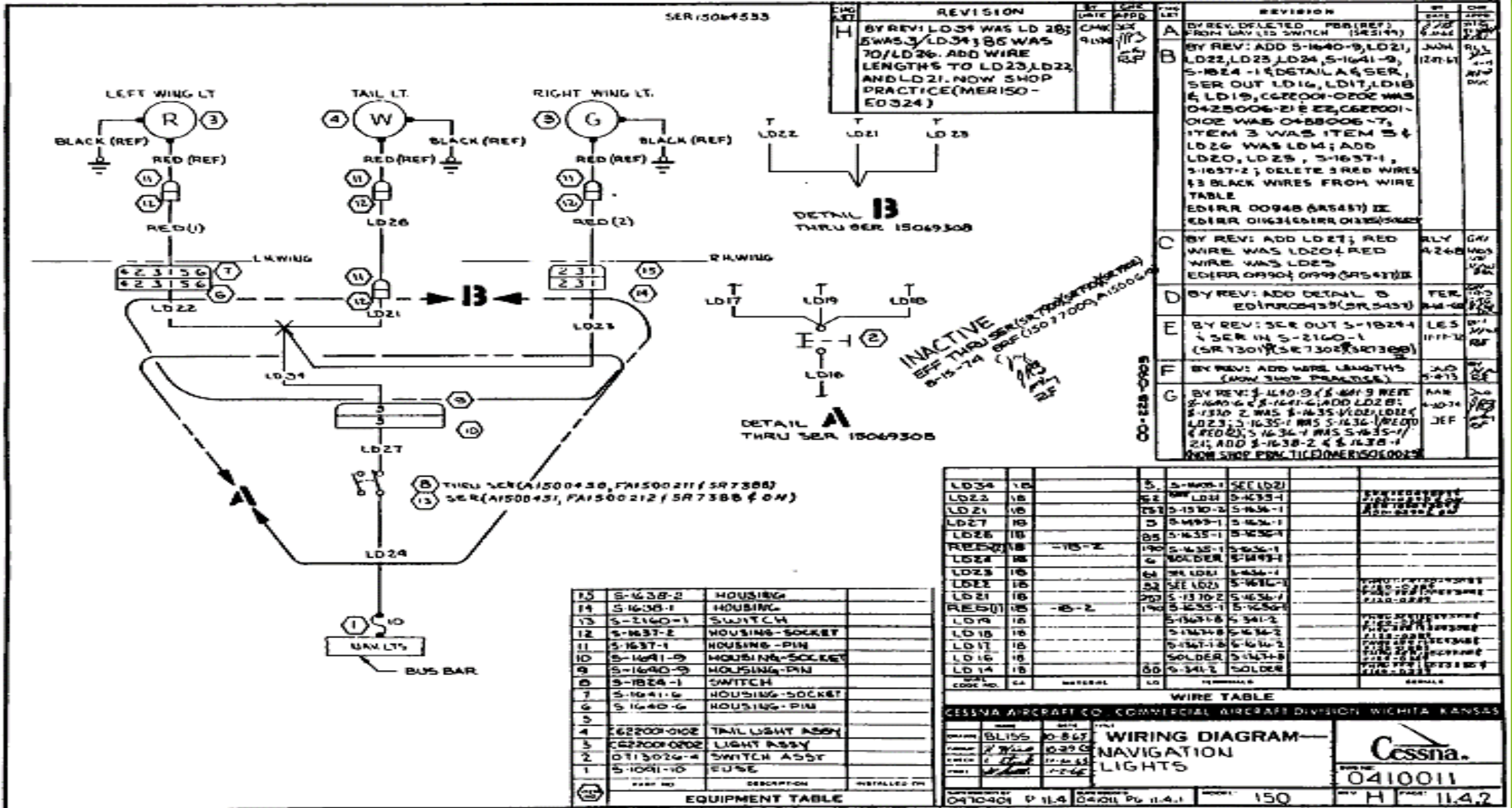


# Test de continuidad

Una vez realizado la soldadura y conexión del cableado, se procedió a realizar un test de continuidad del circuito para determinar su estado.



# Diagrama de luces de navegación





# Selección de cable e instalación de luz

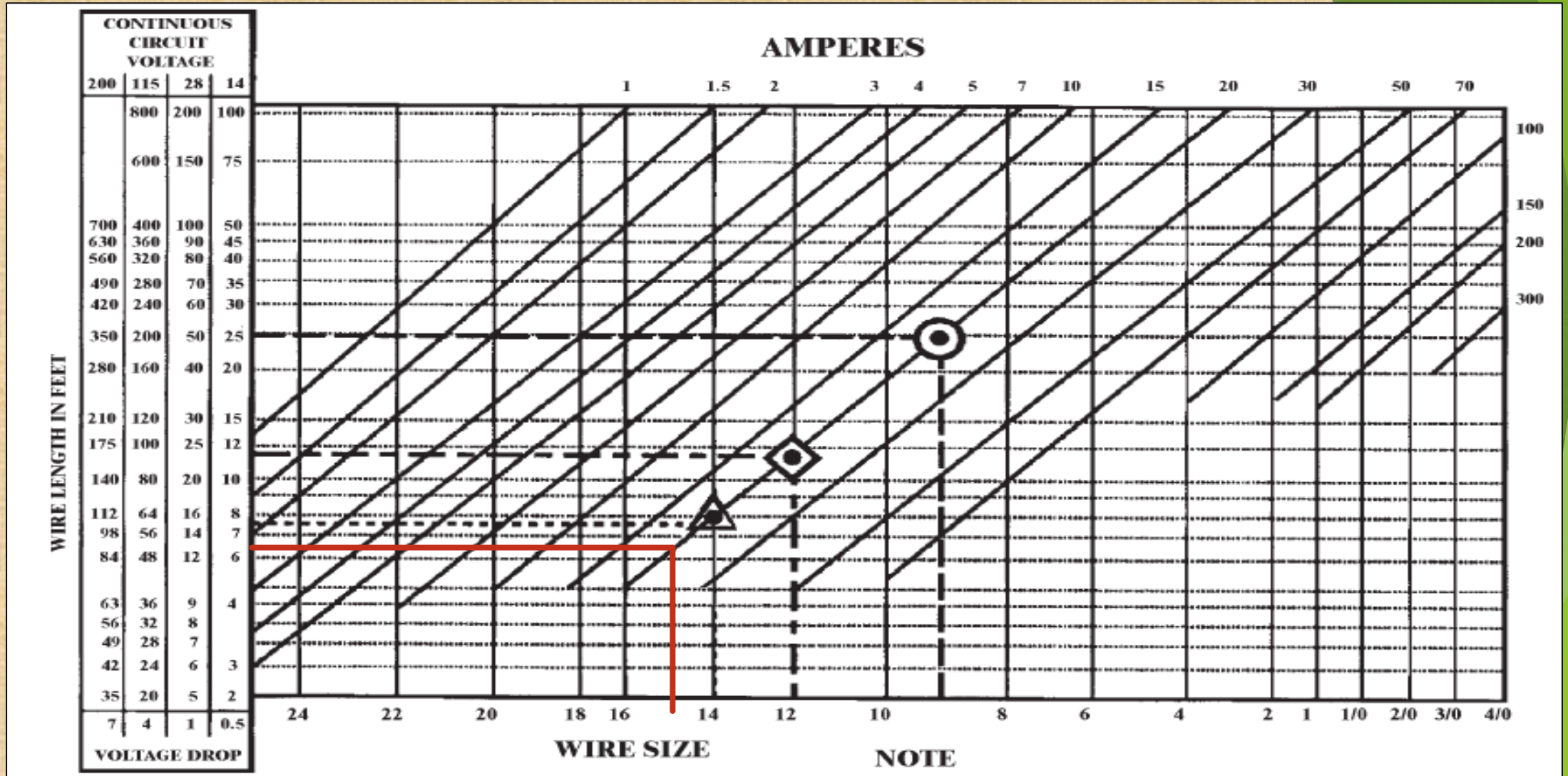


Tabla extraída del AC43.13-1B

## Instalación de luz de aterrizaje

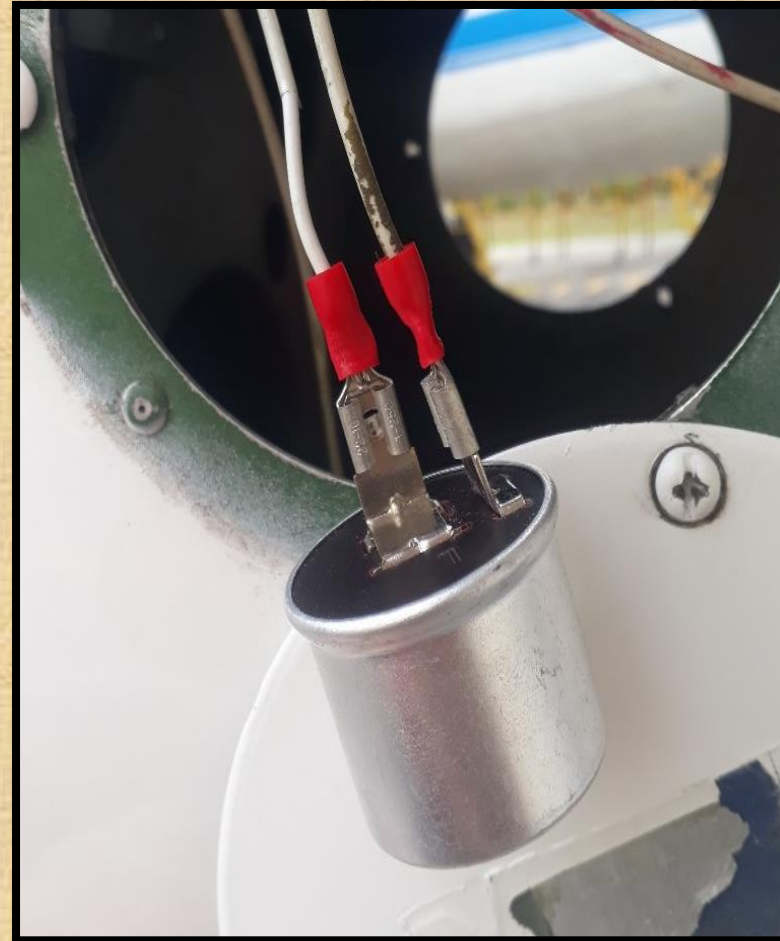
- ▶ Se crimparon los terminales en los extremos del nuevo cableado.
- ▶ Se instaló la luz de aterrizaje en la capota inferior en la nariz de la aeronave.
- ▶ Se conectaron los cables a la luz



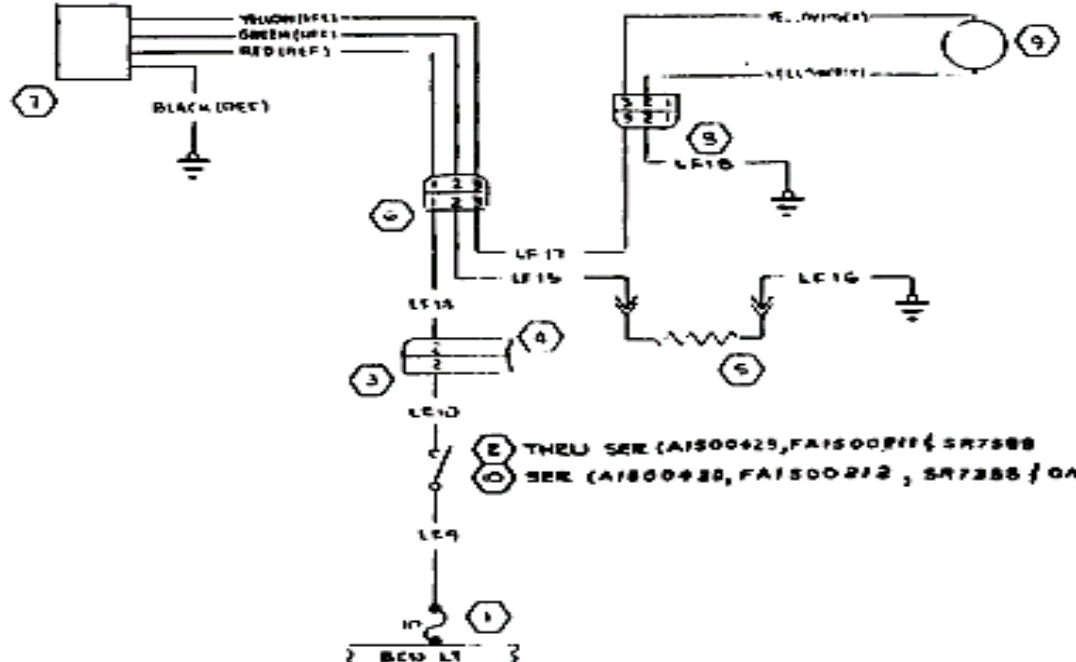
# Rehabilitación de luz beacon

Consideraciones:

- Luz beacon faltante
- Flasher faltante



# Diagrama luz beacon



REVISION			
LET	DESCRIPTION	DATE	APPD
A	BY REV: ADD S-2160-1 (SER); SER OUT S-1624-1, (S-1600-1) (S-1600-2) (S-1600-3) (S-1600-4) (S-1600-5)	DLP 1-10-73	W/W EF
B	BY REV: ADD WIRE LENGTHS (NOW SHOD PRACTICE)	WLO 3-9-73	W/W EF
C	BY REV: ADD WIRE LENGTH TO LF14 (NOW SHOD PRACTICE)	TDN 1-8-74	W/W EF

INACTIVE  
EFF THRU  
8-15-74  
SER (SR7700, SR7701, SR7702)  
SER (15077000, A15006710)  
W/W  
EF

CO-223-0905

PART NO.	DESCRIPTION
10	S-2160-1 SWITCH
9	S-1624-1 LIGHT BULB
8	S-1620-2 HOUSING - LRP
7	S-1602-0101 FLASHER ASSY
6	S-1638-1 HOUSING - PLUG
5	0445-15 RESISTOR (B3717)
4	S-1620-9 HOUSING - DRN
3	S-1621-9 HOUSING - SOCKET
2	S-1-1 SWITCH
1	S-1091-10 FUSE

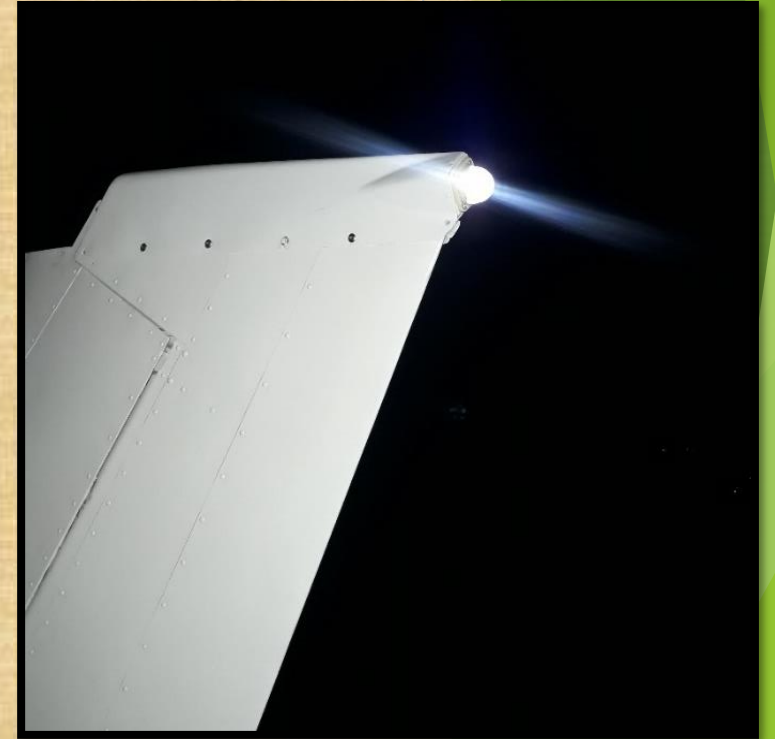
WIRE CODE NO	QA	MATERIAL	LG	TERMINALS	SERIALS
LF 18	16		8	S-1635-2	S-1620-2
LF 17	16		75	S-1635-1	S-1636-2
LF 16	14			S-1635-2	S-1637-2
LF 15	16			S-1635-2	S-1636-2
LF 14	16	WLO		S-1635-2	S-1636-2 (STU)
LF 10	16	W		S-1635-2	S-1636-2
LF 9	16	3		SOLDER	S-1635-2

CONTRACT NO:			WIRE TABLE	
DESIGN	NAME	DATE	TITLE	
GROUP	COOK	6-16-72	Cessna AIRCRAFT CO. COMMERCIAL AIRCRAFT DIV. 3900 E. PARKWAY WICHITA, KANSAS	
DRAWN	COOK	6-16-72	WIRING DIAGRAM - LIGHT - FLASHING BEACON (OPTIONAL)	
CHECK	WHITE	6-17-72	SCALE: NONE	
STRESS	PH	21 Aug 72	SIZE	CODE IDENT NO.
PROJ	PH	7-5-72	C	71379
APPD			DWG NO	0410011
OTHER			SCALE: NONE	150 PAGE 11.6.1

CESS-1000 IS APPLICABLE  
VENDOR CODES PER S-1000  
CESS-1111-CESNA SPEC. NO.  
S-1111 OR CHECK-CESNA  
STD. NO.

SUPERSEDED BY:  
P 11.6  
0470401 P 11.5

# Test operacional de luces



LUCES DE NAVEGACIÓN



Luz de aterrizaje



Luz beacon



# Calefacción del tubo Pitot

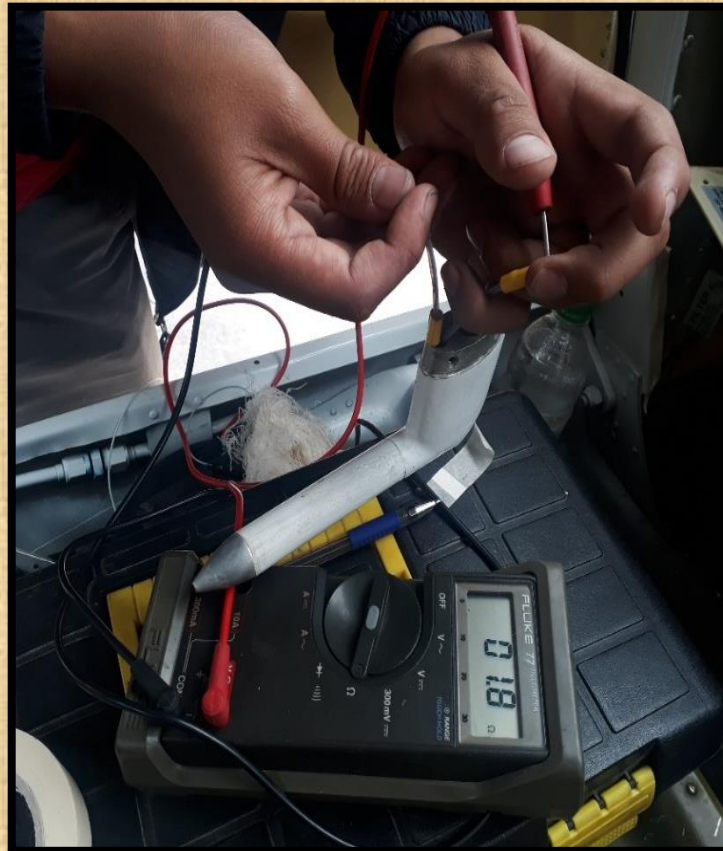
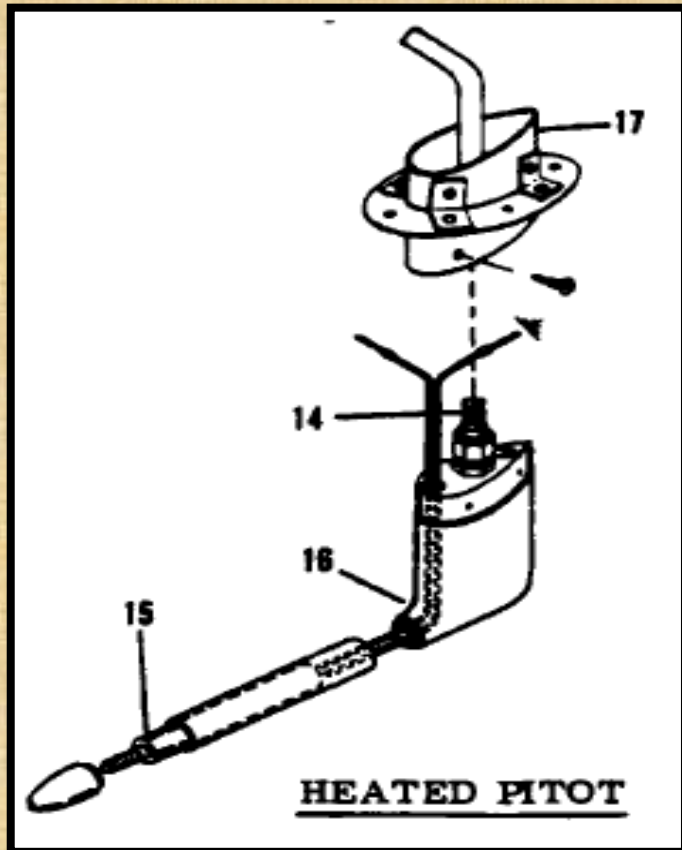
Remoción



Test

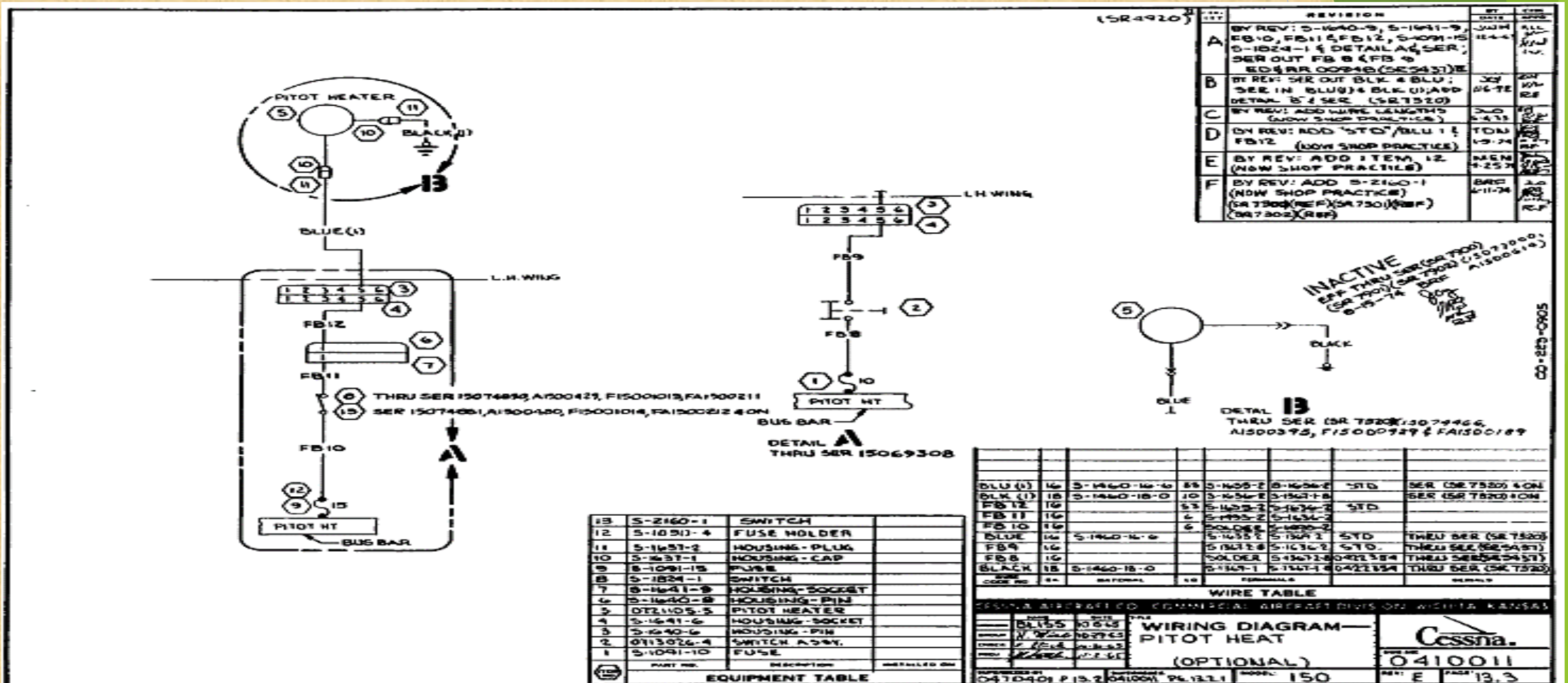


Empalme de cableado



# Prueba operacional de la calefacción del sistema Pitot

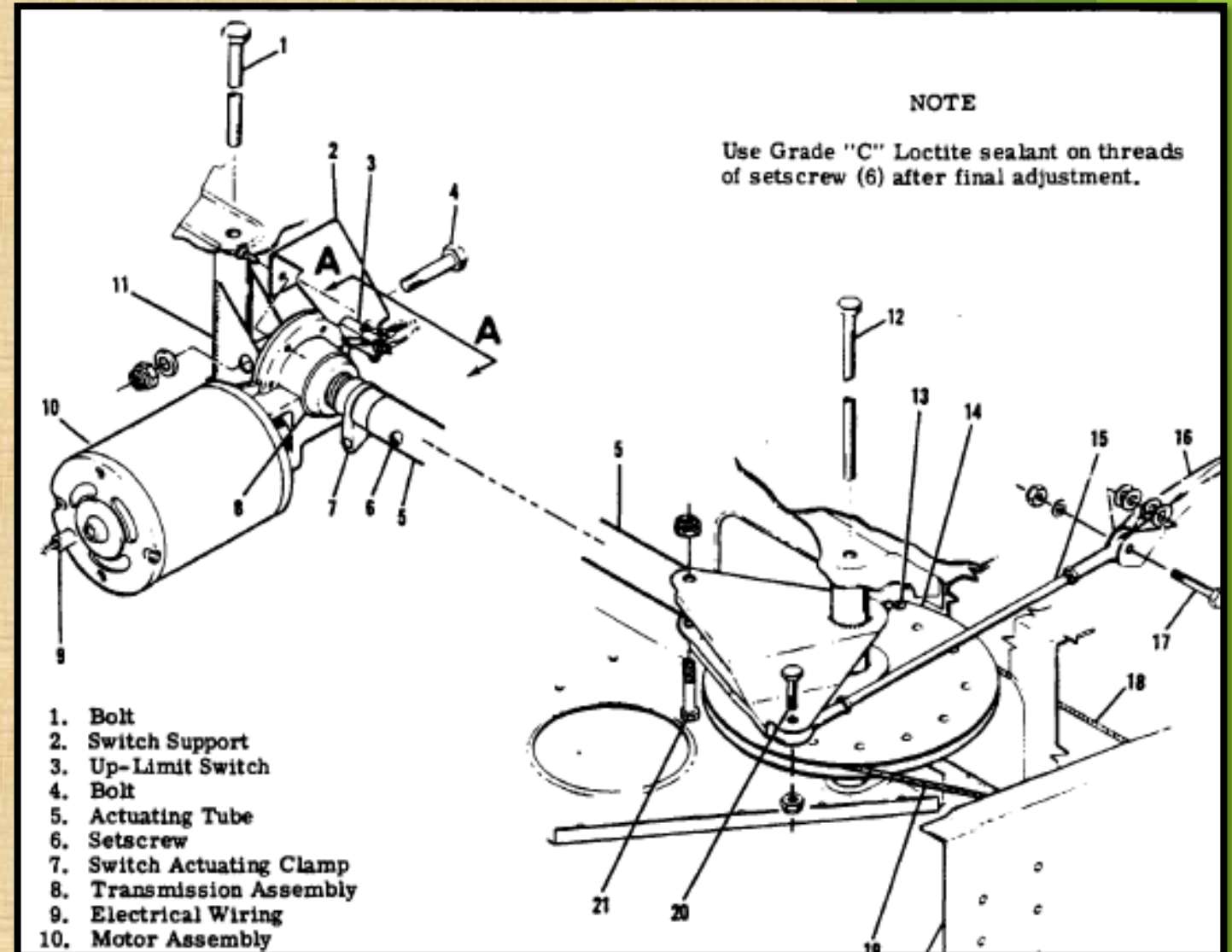
Una vez comprobado que el cableado y el circuito interno de resistencias del tubo Pitot se encuentran en buen estado se procede a su comprobación.



# Inspección del flap motor

## Remoción

1. Flap en Full Down.
2. Aeronave sin energía.
3. Desconexión de cableado.
4. Remoción perno ítem 21.
5. Movimiento transmisión.
6. Remoción perno ítem 1.
7. Remoción perno ítem 4.
8. Remoción flap motor.



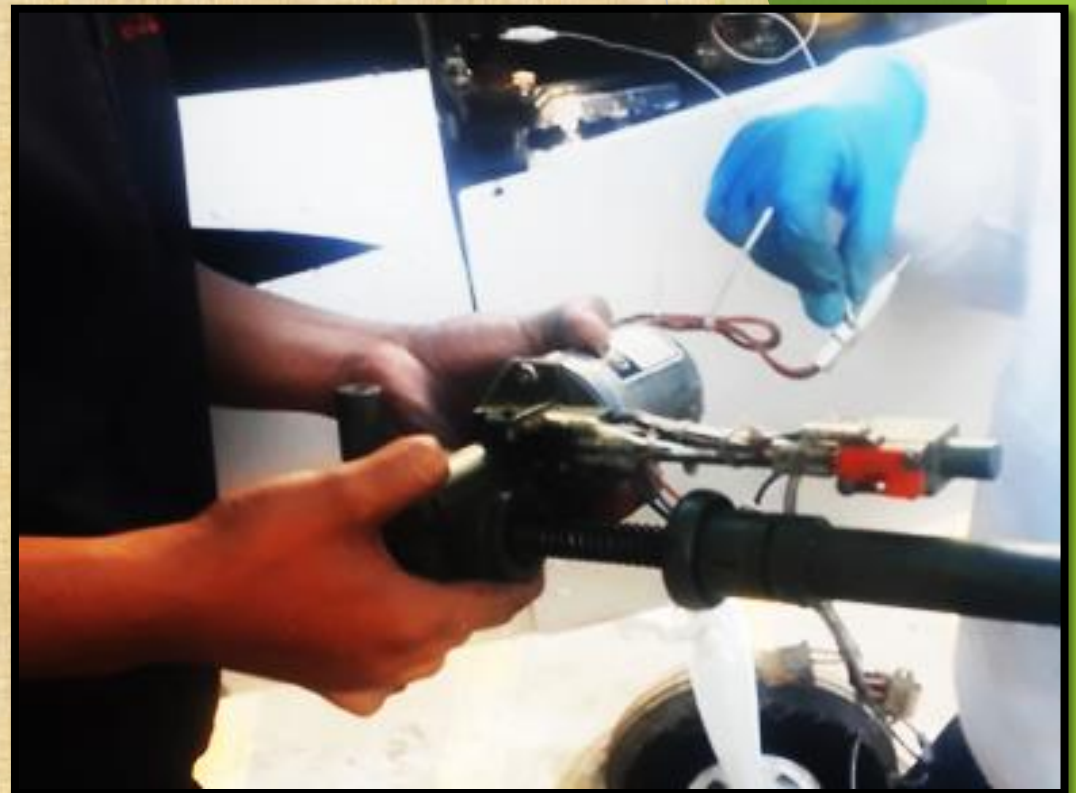
# Inspección y mantenimiento de componentes

Se realizó una inspección visual de los componentes evidenciando:

- ▶ Desgaste en accionamiento de limit switch Full Down .
- ▶ Cableado descolorido sin signos de daño.
- ▶ Transmisión en buen estado, requiere lubricación.

## Prueba del flap motor

Con el flap motor fuera de la aeronave, se energizó por medio de la batería el componente, evidenciando su buen uso.



# Instalación en la aeronave

Una vez comprobado, se procede a instalar el flap motor en la aeronave, repitiendo los pasos realizados en la remoción pero de forma inversa

## Prueba operacional

1. Conectar cable negativo de la batería.
2. Master Switch ON.
3. Mover Switch de flaps a la posición UP.

Resultado: Al mover el switch de los flaps, estos no se movieron hacia la posición Full Up, se intentó de nuevo sin respuesta del sistema, por lo que se comenzó a evaluar la falla.

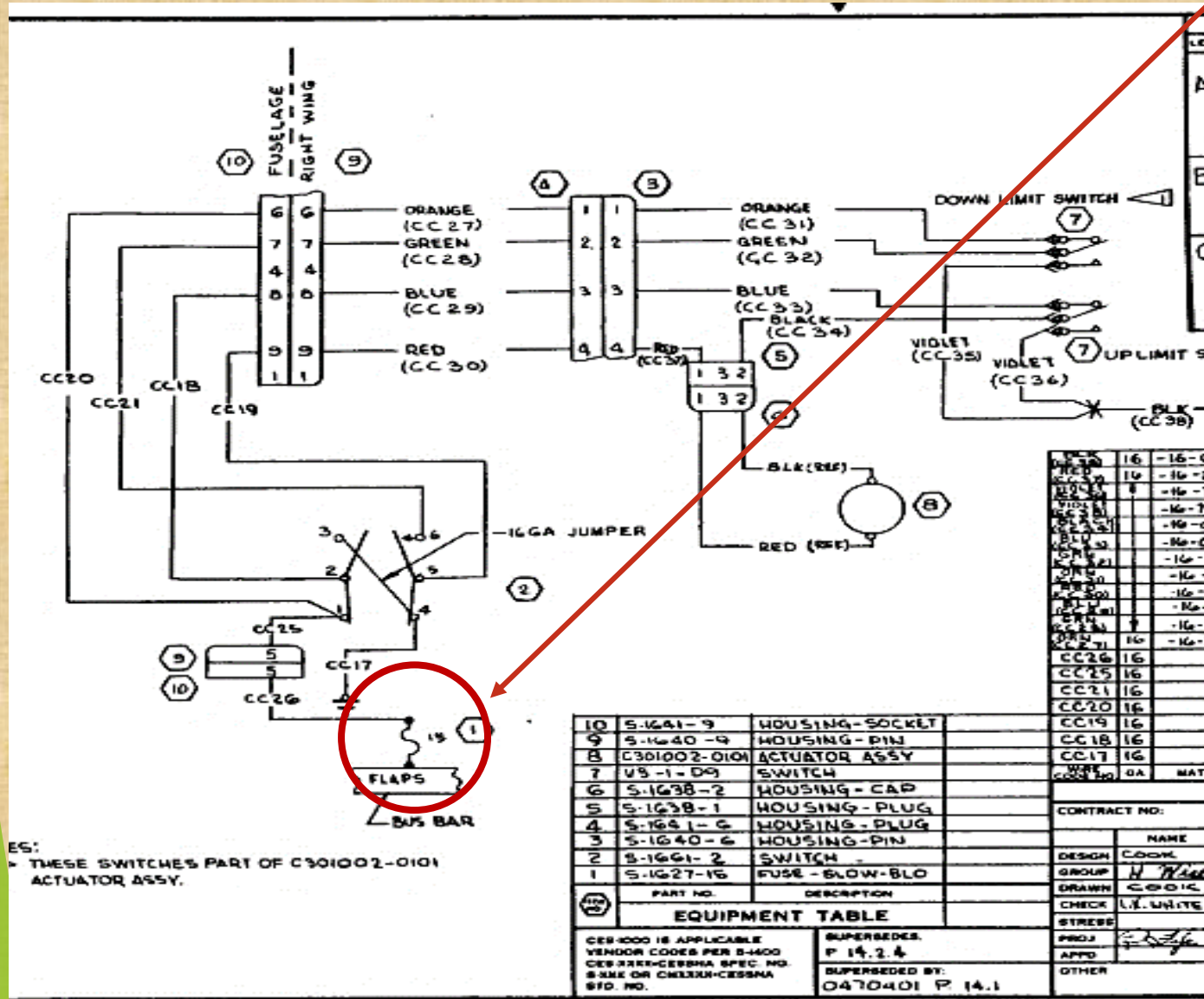
# Troubleshooting del circuito del flap motor

Con el multímetro, se midió voltaje en el extremo de los cables que provienen del switch y alimenta al motor flap. No había voltaje en el sistema

TROUBLE	PROBABLE CAUSE	REMEDY
BOTH FLAPS FAIL TO MOVE.	Blown fuse.	Check visually. Replace fuse.
	Defective switch.	Place jumper across switch. Replace if defective.
	Defective motor.	Remove and bench test motor. Replace if defective.
	Broken or disconnected wires.	Run a continuity check. Connect or repair wiring.
	Defective or disconnected transmission.	Connect or replace transmission.
	Defective limit switch.	Check continuity of switches. Replace switches found defective.

Extraído del manual de servicio de la aeronave

# Detección y corrección



Terminal del porta fusibles desoldado a la barra bus

Acción correctiva  
Se realizó una soldadura del terminal del portafusibles a la barra bus




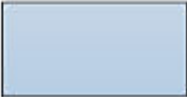
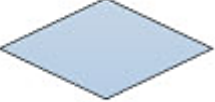


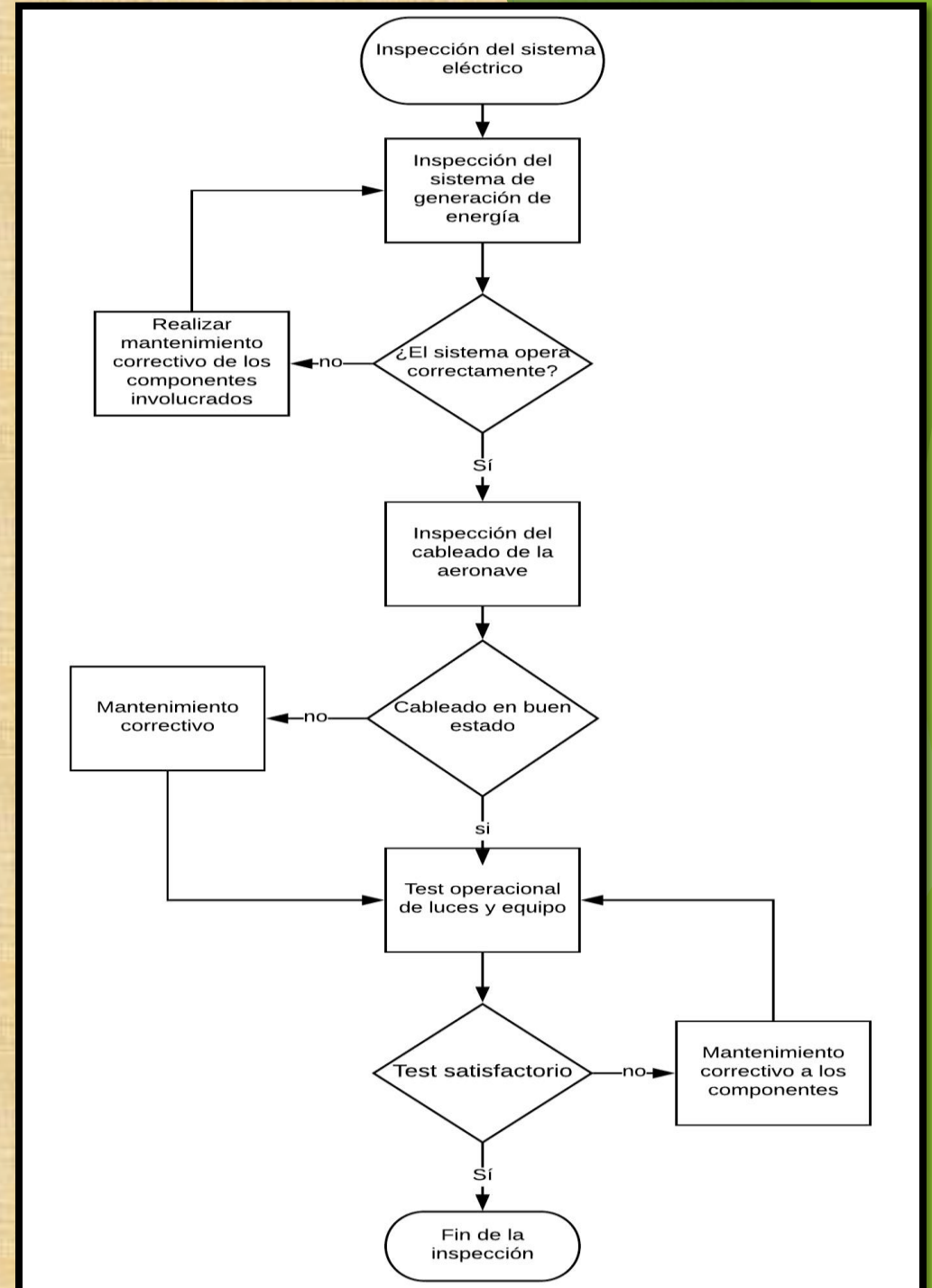


# Test de comprobación final



# Diagrama de flujo de la inspección

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso



# Conclusiones

- ▶ El sistema eléctrico en la aeronave Cessna 150M se lo puede considerar como uno de los más básicos dentro de la industria aeronáutica ya que se alimenta exclusivamente mediante corriente continua el cuál simplifica la instalación de componentes ya que sólo el cable positivo necesita ser conducido desde la barra bus hasta el dispositivo consumidor, mientras que el cable negativo puede conectarse fácilmente a la estructura de la aeronave que sirve como tierra.
- ▶ Una selección errónea del tamaño del cableado en un circuito puede ocasionar un incremento de temperatura demasiado elevado en el conductor que termine dañando el aislante del conductor, ocasionando un cortocircuito y un riesgo de incendio.
- ▶ Mediante procedimientos de medición de resistencia en los circuitos inductores, inducidos y de rectificación del alternador se puede evaluar que componente del conjunto está dañado y provocando una falla a nivel general del alternador y de esa manera tomar las acciones y medidas correctivas necesarias para solucionar el conflicto.

# Recomendaciones

- ▶ Trabajar en el mantenimiento del sistema eléctrico conlleva riesgos desde sufrir una descarga hasta la muerte del operario, provocar cortocircuitos, daños irreversibles a los componentes e incendios, por lo que, un buen conocimiento teórico es fundamental para asegurar un resultado satisfactorio. Adicionalmente, se deben cumplir todas las normas de seguridad estipuladas en los manuales de mantenimiento y componentes.
- ▶ Tener mucha precaución al momento de conectar los cables positivo y negativo a la batería, una polaridad inversa, aunque fuese momentánea es suficiente para dañar dispositivos semiconductores en la aeronave como los diodos del puente rectificador del alternador, diodos en equipos de radios, transistores, etc.
- ▶ Analizar la creación de un proyecto de aula que se base en la actualización de los dispositivos de protección de circuitos, con la finalidad de reemplazar la tecnología antigua de los fusibles por disyuntores térmicos (circuit breaker) en la aeronave Cessna 150M con el objetivo de fortalecer la práctica del estudiante con respecto a alteraciones menores en una aeronave.

*Gracias por su  
atención*