



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE

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

ELABORADO POR: DILLON ALMEIDA MARCELO VICTOR

DIRECTOR: VALENCIA FUEL JOHNATAN FERNANDO

2018

# TEMA

“HABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ARRANQUE DEL MOTOR # 1 DEL AVIÓN FAIRCHILD FH27-J PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE”



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales problemas fundamentales es que no se aplican métodos prácticos necesarios para educar y enseñar, actualmente es indispensable que los educadores lleven a cabo un plan de estudio eficaz en los cuales acudan a métodos teóricos, audiovisuales, manuales, maquetas y el conocimiento práctico, de esta manera cumplir con las exigencias académicas que llegarán a alcanzar un conocimiento práctico eficaz en la carrera de Mecánica Aeronáutica -Mención motores. De no hacerlo los estudiantes son víctimas de fracasos en el campo laboral y no tendrán muchas fuentes de empleo en su futuro.

La necesidad de implementar un sistema de arranque real y funcional surge como herramienta de estudio para los docentes y estudiantes con la finalidad de reforzar, conocer y aplicar sus conocimientos prácticos en el funcionamiento de un motor de avión, ya que el conocimiento práctico de un buen técnico aeronáutico es una de las bases esenciales para tener un gran futuro en el campo de la aviación.

Esto conlleva a que la UGT logre ser un centro de educación superior de calidad exigido por organismos reguladores como: Consejo de Educación Superior (CES), Consejo de Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de Educación Superior (CEAACES), Secretaria Nacional de Educación Superior Ciencia y Tecnología e Innovación (SENESCYT).

# JUSTIFICACIÓN

Dada la gran falta de herramientas, equipos necesarios y útiles para el proceso de formación de los estudiantes. Esta investigación tiene el propósito de que la UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE cuente con un proyecto innovador y necesario para realizar las prácticas tutoradas con base en los conocimientos adquiridos en cada clase, de esta manera se irá fortaleciendo las habilidades y destrezas que requiere un técnico aeronáutico.

La cual ayuda a:

- ▶ Enriquecer el rendimiento académico.
- ▶ Consolidar conocimientos con respecto al uso de equipos y herramientas.
- ▶ Despertar interés en el estudiante.
- ▶ La inserción laboral.
- ▶ Incentivar la investigación.

# OBJETIVOS

## Objetivo General:

Habilitar el sistema de arranque del motor # 1 del AVIÓN FAIRCHILD FH27-J, de la Carrera de Mecánica Aeronáutica -Mención Motores de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas -ESPE.

## Objetivos Específicos:

- Verificar el estado actual de los componentes del sistema de arranque por medio de la técnica de inspección visual y pruebas operacionales
- Determinar equipos/herramientas, datos técnicos aplicables y materiales que sean requeridos para efectuar el trabajo de mantenimiento, habilitación del sistema de arranque.
- Ejecutar la habilitación del sistema de arranque y pruebas operacionales de arranque del motor # 1 del Avión Fairchild FH27-J.

# ALCANCE

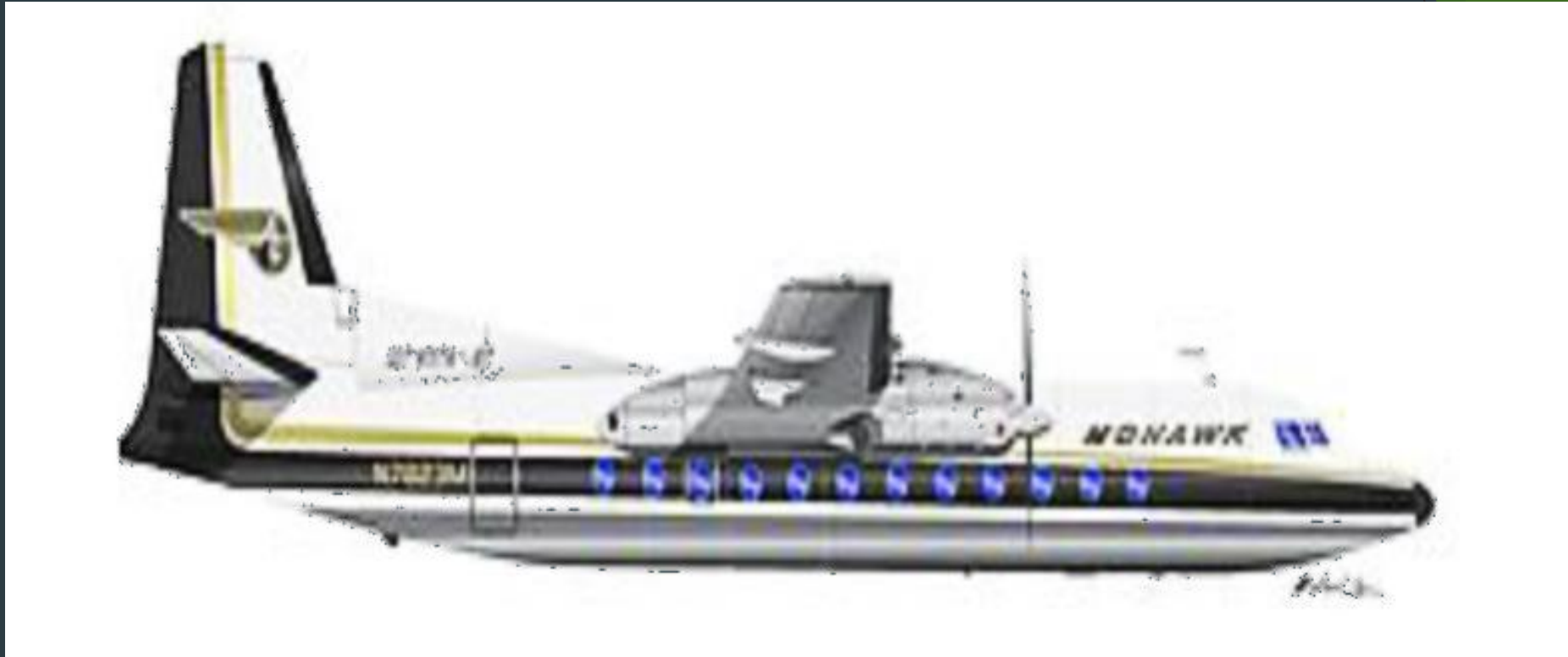
El presente proyecto está dirigido a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, el mismo que permite y facilita a los estudiantes y docentes realizar los procedimientos prácticos en el avión Fairchild FH27-J aplicables al sistema de arranque a fin de documentarlos y se puedan reproducir en futuras prácticas de laboratorio en la Carrera de Mecánica Aeronáutica - Mención Motores.

# MARCO TEÓRICO

## Fairchild Hiller FH-227

Las relaciones entre Fokker y Fairchild comienzan hacia el año 1952. Ambos constructores habían trabajado anteriormente en la búsqueda de un avión que lograra remplazar el DC-3. El 26 de abril de 1956 Fairchild llega a un acuerdo con Fokker para construir bajo licencia el Fokker F27, por entonces en desarrollo en Holanda y se decide la construcción de la fábrica en Hagerstown, Maryland.





En 1964 Fairchild se fusiona con el fabricante Hiller, creando así la Fairchild Hiller Corporation y comienzan los estudios de desarrollo para un avión de mayor capacidad, siempre utilizando como base de desarrollo el Fokker F-27 y su planta motriz Rolls-Royce Dart.



# CARACTERÍSTICAS GENERALES

- ▶ **Tripulación:** 3 (piloto, copiloto y sobrecargo)
- ▶ **Capacidad:** 48 a 52 pasajeros.
- ▶ **Longitud:** 25,5 m (83,7 ft)
- ▶ **Envergadura:** 29 m (95,1 ft)
- ▶ **Altura:** 8,4 m (27,6 ft)
- ▶ **Peso vacío:** 18 600 kg (40 994,4 lb)
- ▶ **Planta motriz:** 2× turbohélice Rolls-Royce Dart 532-7L.
- ▶ **Hélices:** Cuadripala Rotol. Régimen máximo: 16.500 rpm.
- ▶ **Velocidad máxima operativa (Vno):** 420 km/h (261 MPH; 227 kt)
- ▶ **Velocidad crucero (Vc):** 407 km/h (253 MPH; 220 kt)
- ▶ **Velocidad de entrada en pérdida (Vs):** 157 km/h (98 MPH; 85 kt)
- ▶ **Velocidad mínima controlable (Vmc):** 166 km/h (103 MPH; 90 kt)
- ▶ **Alcance:** 2 661 km (1 437 nmi; 1 653 mi)
- ▶ **Techo de vuelo:** 8 535 m (28 002 ft)
- ▶ **Combustible:** 5.150 l (1.364 galones).
- ▶ **Consumo:** 202 gal/hora.

## Consideraciones generales

- ▶ El avión Fairchild FH27-J se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE es un avión escuela y los datos técnicos necesarios para realizar el mantenimiento, habilitación u operación no se encuentran disponibles, se utilizarán los manuales existentes en el archivo de la Universidad.

## Estudio de alternativas

- ▶ Al comenzar a revisar la aeronave mediante una inspección preliminar y a su vez evidenciándose ciertas inconsistencias en las condiciones del avión Fairchild FH27-J, el mismo que se encuentra en un estado de destrucción de todo su equipo eléctrico y mecánico, se tomarán medidas que permitan alcanzar el objetivo de habilitación del sistema de arranque mediante el manual de mantenimiento del avión, manual de mantenimiento del componente y los recursos de la institución (herramientas) se procede a la restauración de los componentes existentes en el propio avión con adquisición de materiales de compra local.
- ▶ Gracias a los distintos sistemas habilitados por los estudiantes de la U.G.T. se podrá hacer uso de ello para completar el proyecto como, por ejemplo: el proyecto de habilitación de la planta de poder eléctrica externa la misma que permitirá energizar el sistema eléctrico de la aeronave para poder operar el sistema de arranque.
- ▶ Se realizó una inspección preliminar y se estudió el sistema de arranque de la aeronave de acuerdo al manual de mantenimiento, también se revisó el arnés eléctrico como las partes mecánicas para poder determinar cuál es su estado y qué recursos serían los necesarios para hacer la rehabilitación, además se realizó inspecciones visuales y mantenimiento a todos los componentes del sistema de arranque desmontándolos y posteriormente se los instalará a la aeronave en un estado funcional.

# HABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ARRANQUE DEL MOTOR # 1

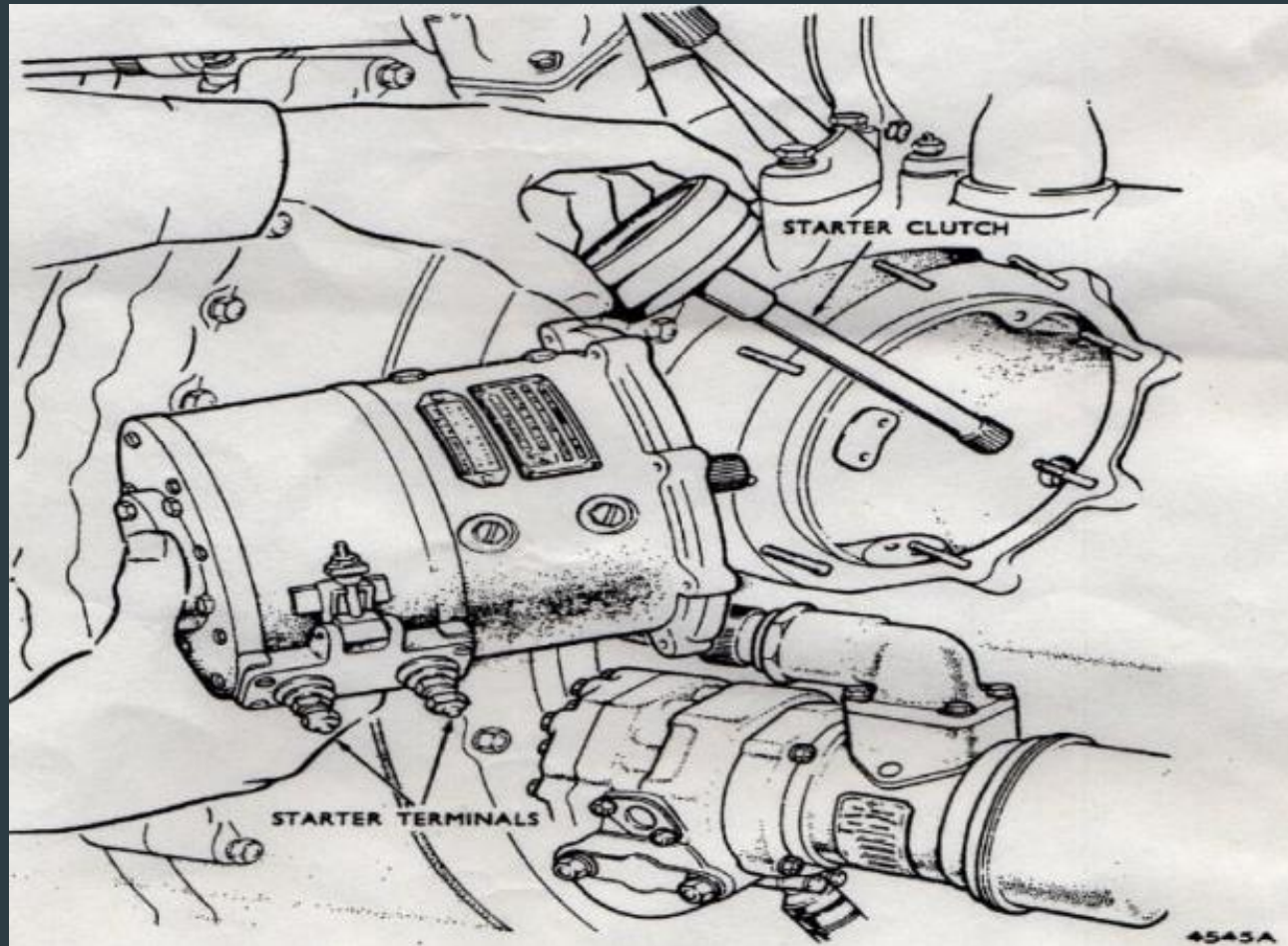
Una vez que se rotó a la hélice manualmente se verificó que el eje del motor no se encuentre atascado ya que esto podría causar daños al arrancador (starter) y sus componentes, luego se procedió a remover el starter con la utilización de herramientas adecuadas, escaleras, equipos de seguridad y equipos de protección personal, así como también tomando en consideración las precauciones descritas en el manual de mantenimiento.

Procedimiento a seguir para la remoción del arrancador (starter);

- (1) Retire los cobertores de cauchos (aislantes) de los terminales conectados en el arrancador.
- (2) Remueva las tuercas de retención, arandelas y arandelas de fijación
- (3) Retire las dos uniones eléctricas
- (4) Retire el motor de arranque.
- (5) Retirar el conjunto de accionamiento del embrague.



# CONJUNTO DE ACCIONAMIENTO EMBRAGUE DEL STARTER



# CHEQUEO FUNCIONAL DEL STARTER

Una vez desmontado el motor de arranque de la aeronave se procedió a realizar una inspección general y física.

Durante el chequeo funcional del motor de arranque no se obtuvo reacción alguna al energizarse por lo que se procedió a desarmarlo para verificar los componentes internos y determinar las posibles causas de daño que provocan el no funcionamiento.



# DESARMADO E INSPECCION DE TODODOS LOS COMPONENTES DEL STARTER

Al desarmar el motor de arranque para verificar los componentes internos se observó que el rotor se encontraba totalmente pintado sin permitir que este genere un campo eléctrico para posteriormente transformarlo a energía mecánica evitando así el giro y accionamiento del piñón o béndix del arrancador, adicional se observó que dos escobillas se encontraban fuera de su ubicación.

Una vez efectuada la limpieza interna del arrancador, se removió la pintura que se encontraba adherida en el rotor con alcohol industrial para evitar causar daños, una vez quedando limpio, sin pintura y en condiciones óptimas de funcionamiento, se lubricó el eje que acopla motor.



# VERIFICACIÓN POLOS DE CONEXIÓN STARTER, POR EL ACCESO OBTENIDO MEDIANTE LA BANDA MOTOR ARRANQUE

Se retiró la banda de inspección del arrancador teniendo cuidado de no dañar el revestimiento de corcho, después con aire comprimido libre de humedad se limpió la acumulación de polvo, cobre y carbono.



# COMPROBACIÓN DE MEDIDA DE LAS ESCOBILLAS 0.6875 IN

Se comprobó que exista una pequeña holgura la cual permita la libertad de movimiento de las escobillas en sus soportes las mismas que fueron removidas, se limpiaron y lijaron con papel de lija fina sobre una superficie plana.

Se comprobó la medida de las escobillas por desgaste.

Una escobilla sin daños, debe tener una longitud que no sea menor de 0,6875 in (medida en el lado largo de la escobilla) y 0.800 in (en el alto de la escobilla).

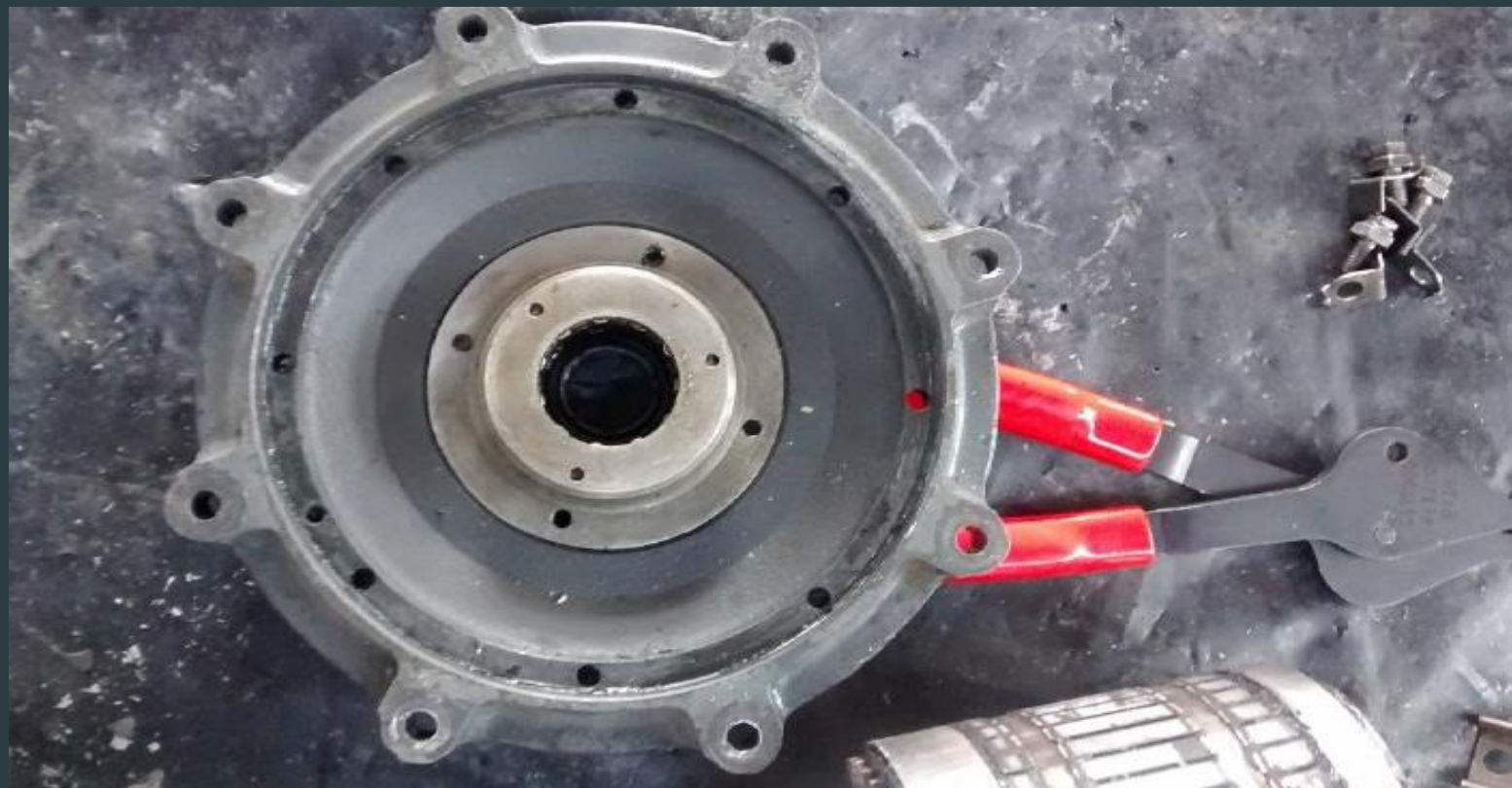




# VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS RESORTES Y ASIENTOS DE ESCOBILLAS



# INSPECCIÓN VISUAL DEL RODAMIENTO DEL EJE DEL STARTER



# LIMPIEZA ROTOR, BANDA Y TAPA DE LA CARCASA DEL STARTER



# ARMADO DEL STARTER Y SUS COMPONENTES



# PINTADO EXTERNO DE LA CARCASA DEL STARTER



# PRUEBA FUNCIONAL DEL STARTER



# INSTALACIÓN DEL STARTER

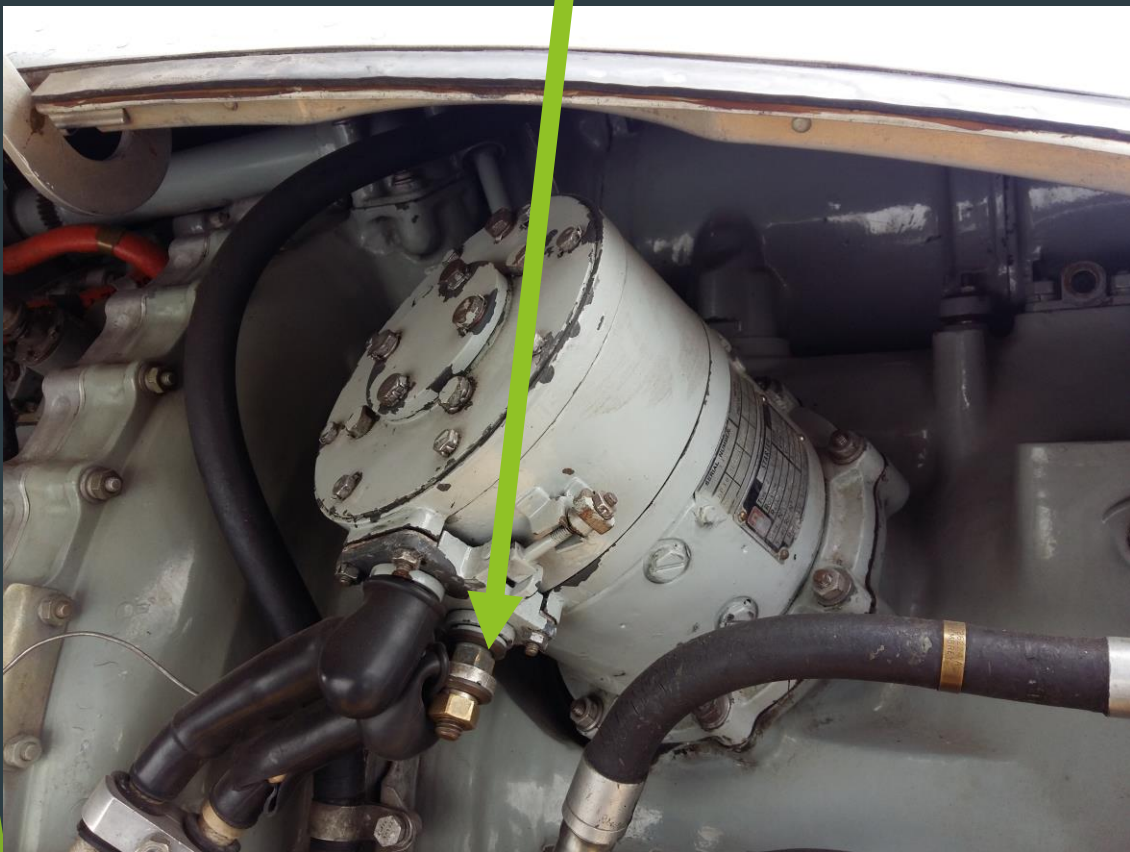
- ▶ Se lubricó el rodamiento donde asienta el eje motor de arranque antes de instalar la unidad en el motor.
- ▶ Se aseguró de encajar el conjunto de accionamiento de embrague en el alojamiento del motor de arranque y asegurar que las ranuras de accionamiento se acoplen de manera satisfactoria con los del motor.
- ▶ Se posicionó y montó el motor de arranque, se situó en el perno para su montaje, asegurándose de que los terminales estén correctamente posicionados y que las estrías del eje de arranque se deslicen en la unidad de embrague.
- ▶ Se aseguró el motor de arranque con arandelas de resorte y tuercas de retención.

**NOTA:** Puede ser necesario rotar la hélice manual y lentamente para enganchar con el arrancador.

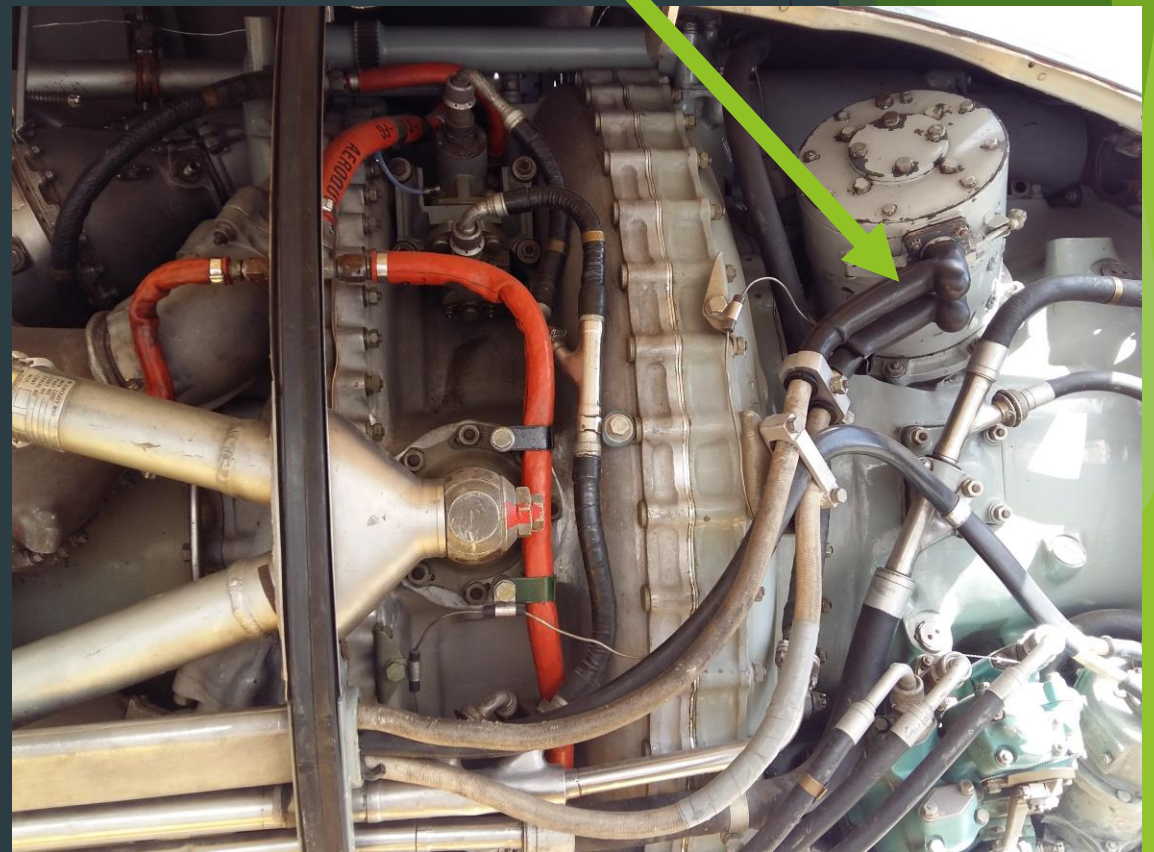


# INSTALACIÓN DEL STARTER

Se posicionó los terminales del arrancador con los de energía y se aseguró con arandelas de resorte y tuercas.



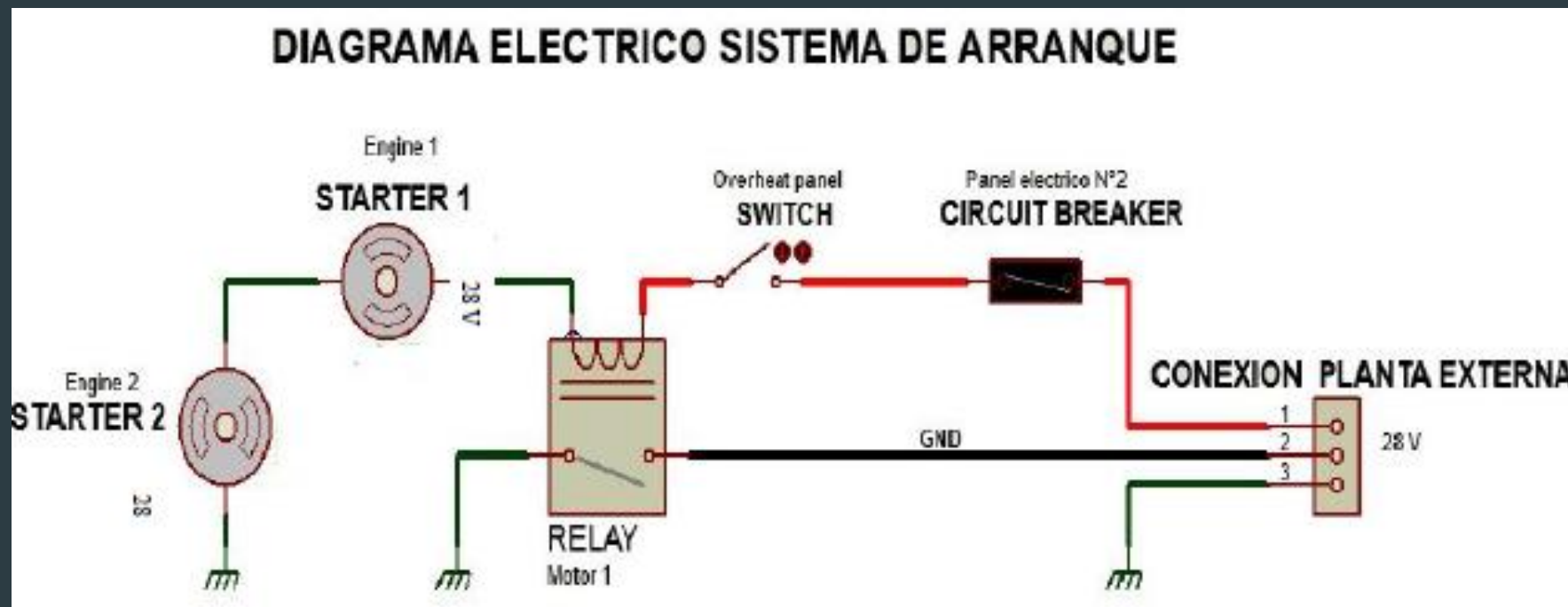
Cobertores de cauchos (aislantes) de los terminales conectados en el arrancador.





# DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ARRANQUE

Una vez dado mantenimiento al motor de arranque se realizó la restauración del cableado eléctrico para lo cual se desarrolló un circuito eléctrico más simple



# PUERTO DE CONEXIÓN PLANTA EXTERNA 28 VDC

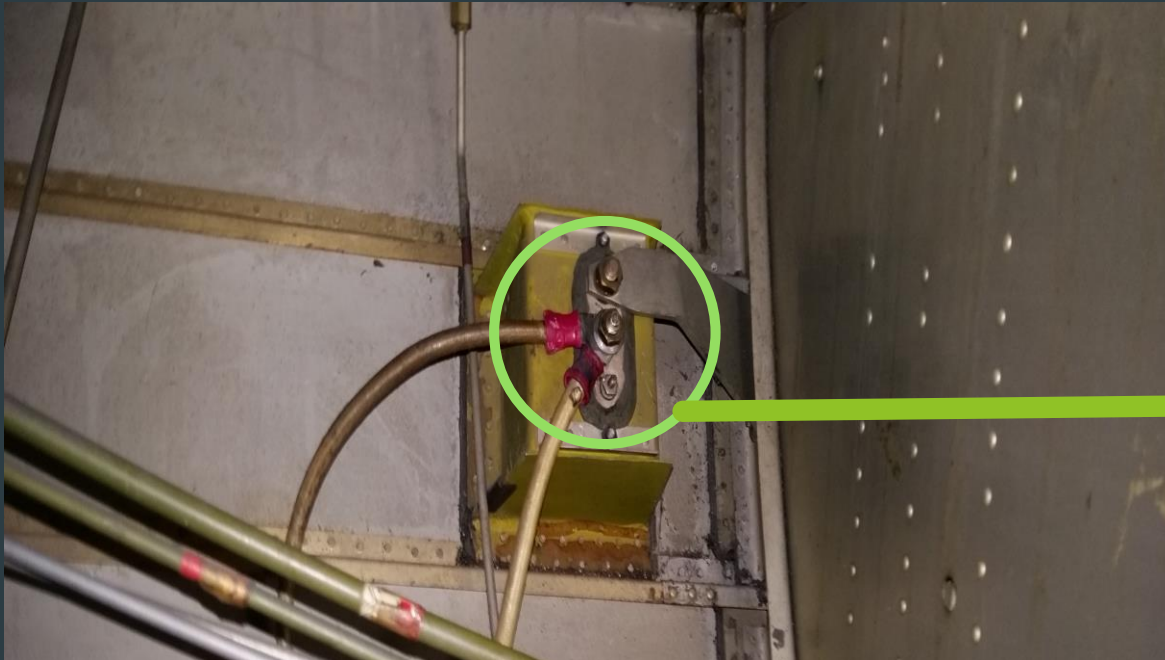


Se conectó el cable de corriente desde la barra de alimentación hasta el relay el cual esta conectado al SWITCH de EXTERNAL POWER para energizar la aeronave.



# CONEXIÓN DE CABLEADO DESDE LOS PINES DE CONEXIÓN DE LA PLANTA EXTERNA HASTA EL RELAY

PINES DE CONEXIÓN PLANTA EXTERNA ELÉCTRICA



RELAY DE CONEXIÓN PARA ENERGIZAR LA AERONAVE, BARRA DE ACCESORIOS

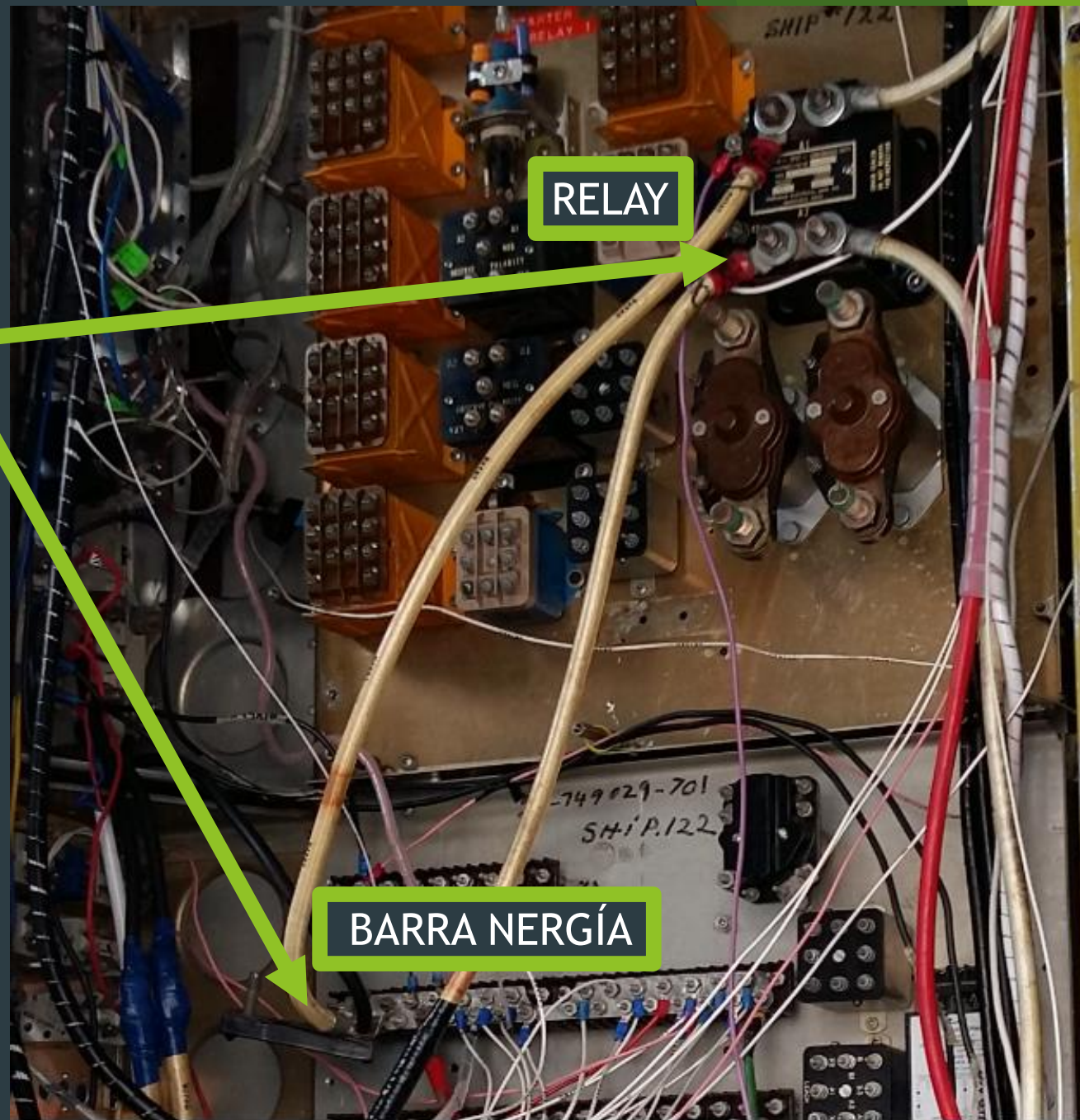
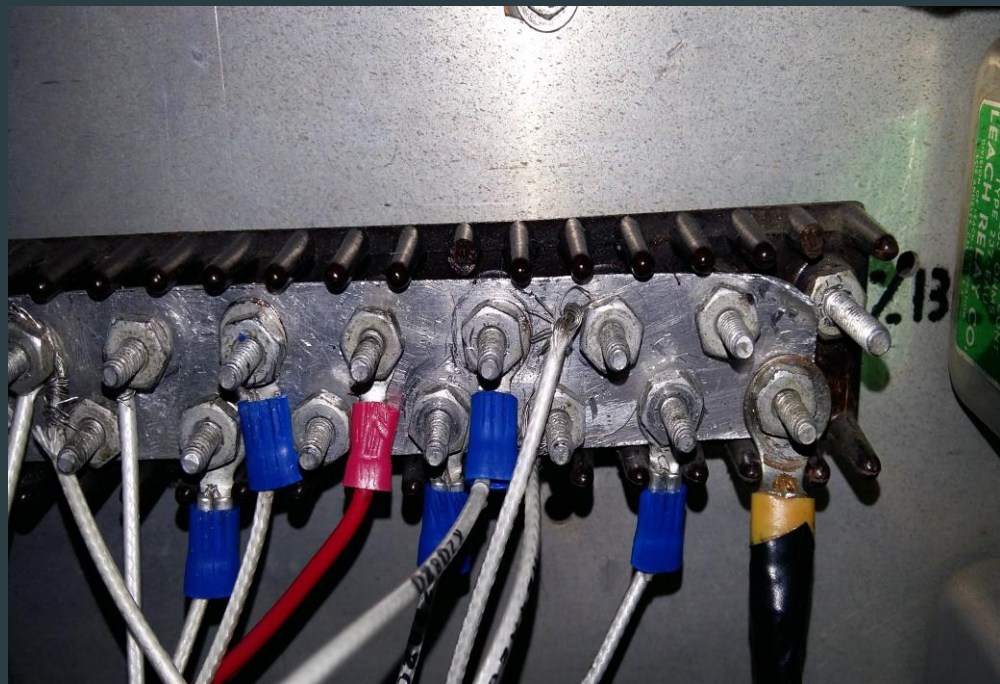


# EXTERNAL POWER SWITCH

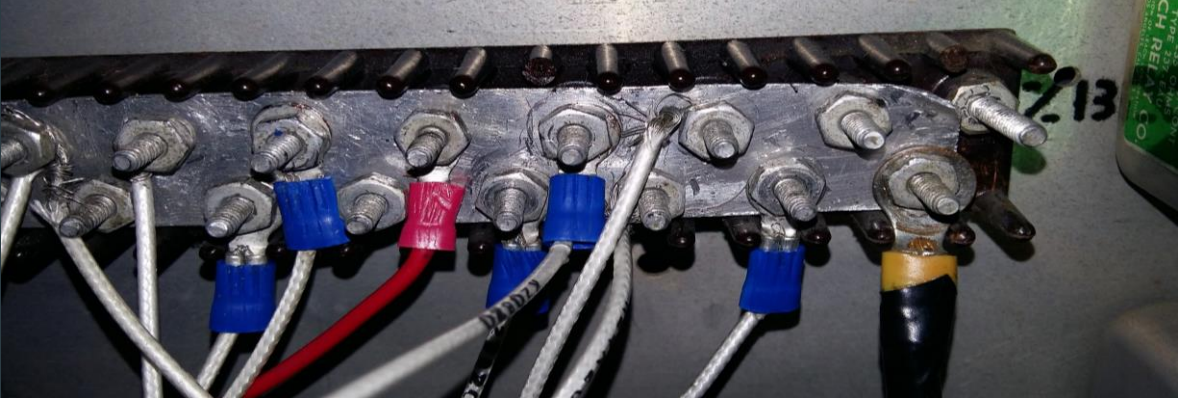
- Una vez que este switch se ponga en la posición ON se energizara la aeronave para poder operar cualquier sistema que se encuentre habilitado, verificar en el indicador DC Voltmeter cuente con 28 a 30 VDC



CONEXIÓN DESDE EL RELAY HASTA LA BARRA UBICADA EN EL PANEL ELECTRICO N° 2, UNA VEZ QUE SE PONGA EL MASTER SWITCH A (ON) ESTA SE ENERGIZA



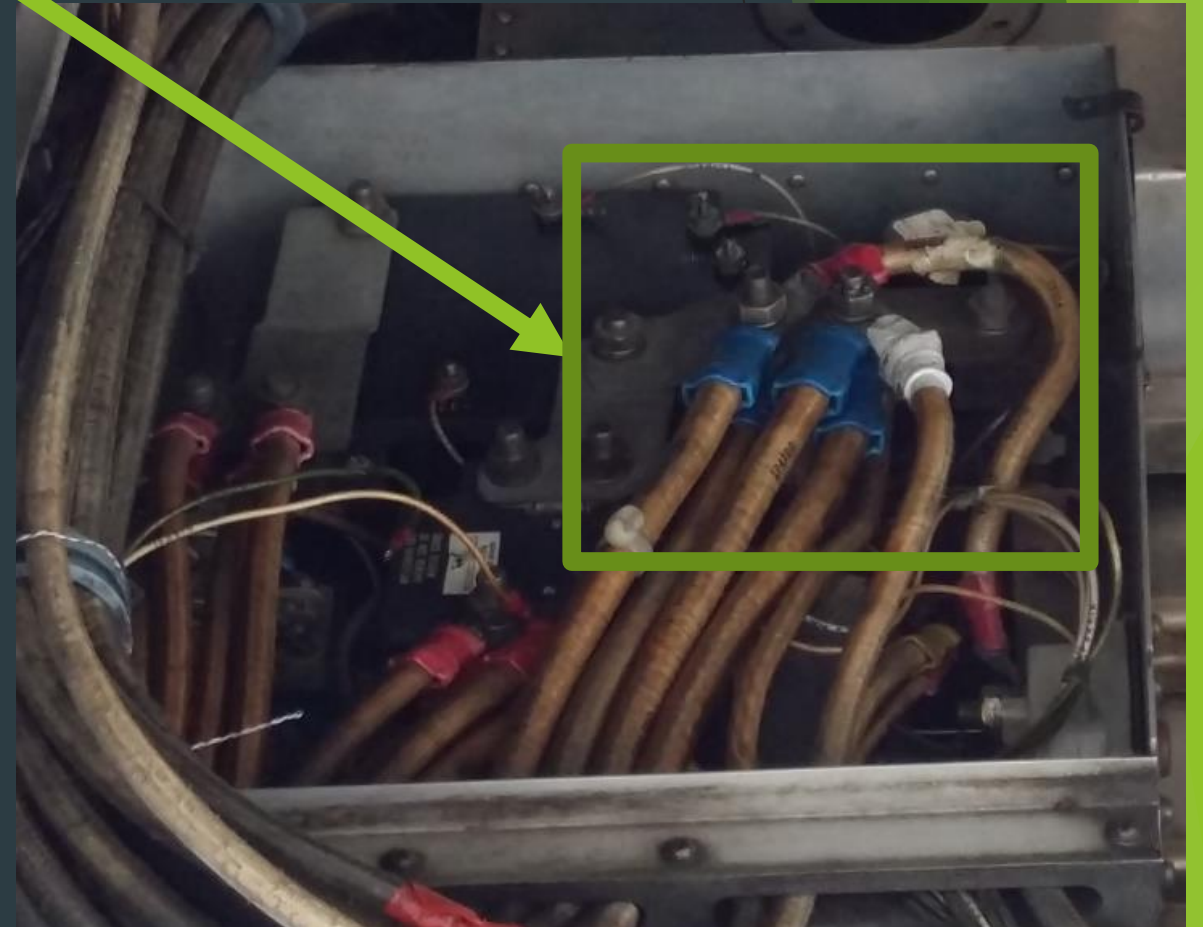
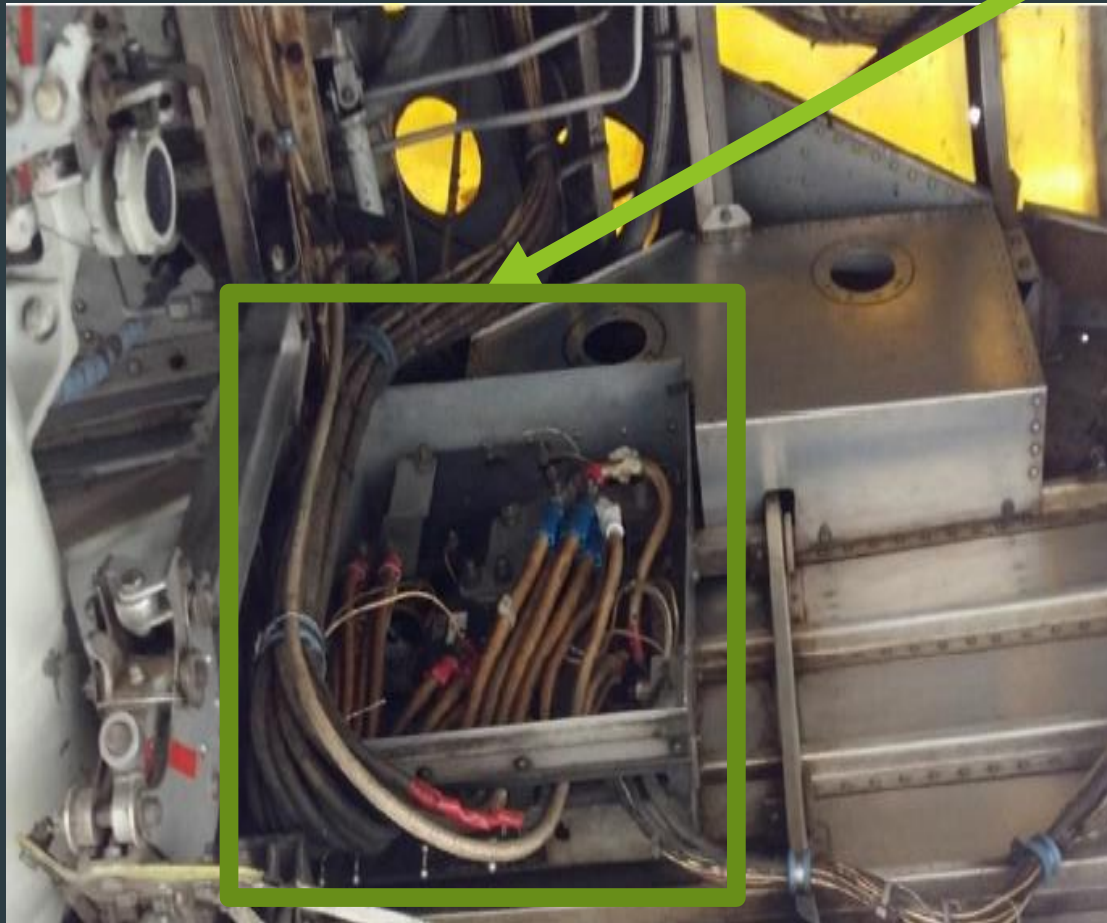
# CONEXIÓN DE LA BARRA DE ENERGÍA HACIA EL CIRCUIT BREAKER



# VERIFICACIÓN DE CONECCIONES EN EL SELECTOR SWITCH DE ARRANQUE DE LOS MOTORES N° 1 Y N° 2



# COMPARTIMIENTO NACELAS MLG L/H JUNCTION BOX - CONEXIÓN DE CABLEADO P6N2A EN SERIE A LOS MOTORES # 1 Y 2 CON EL FIN DE BAJAR LAS REVOLUCIONES





# AISLAMIENTO CABLES P6N2A CON CINTA DE ALTA TEMPERATURA



# PRECAUCIONES ANTES DEL ARRANQUE

Al momento de energizar el sistema y poner en funcionamiento el arrancador tomar en consideración medidas de seguridad, advertencias y precauciones establecidas en el manual de mantenimiento.



# PLANTA ELÉCTRICA EXTERNA

Asegurarse que se disponga de los 28 VDC suministrada mediante la planta externa eléctrica para que el sistema pueda operar satisfactoriamente.



# ÁREA LIBRE DE OBJETOS, ÁREA SEGURA



# CONSIDERACIONES DE ACUERDO AL MANUAL

- ▶ No encienda o corra un motor sin una hélice o con insuficiente lubricante en el tanque de aceite. El nivel de aceite no debe de ser menor a un galón.
- ▶ Rote la hélice en cada dirección si escucha ruidos inusuales o resistencia de rotación este hallazgo debe ser reportado para realizar las respectivas tareas de mantenimiento de acuerdo al manual de mantenimiento efectivo de la aeronave.
- ▶ Asegúrese que todo el equipamiento de arranque en tierra se encuentre en condición útil y conforme a los requerimientos.

# CHEQUEOS EXTERNOS ANTES DEL ARRANQUE

ORDEN	CONDICIÓN
Hélices	Spinner asegurado
Cobertores	Cobertores removidos  Toberas de admisión y escape limpias.  Cowlings y paneles asegurados.  Indicadores de alivio de presión de los extintores de incendios intactos.
Tren de aterrizaje y ruedas	Pasadores y seguros de tierra puestos.  Tacos de seguridad en ruedas.
Planta externa	Conecte, encienda y verifique el voltaje de 28 a 30 VDC
Intercomunicación externa	Persona a cargo de la prueba operacional, Técnico Mantenimiento.

ORDEN	CONDICIÓN
Puertas paneles y tapas	Asegurados.
Escaleras, caballetes y todo equipamiento que no es usado durante el arranque.	Fuera del perímetro de motores y avión.
CHEQUEOS EN EL COMPARTIMIENTO DE CABINA ANTES DEL ARRANQUE	
Switch de batería	OFF
Master Switch DC BUS	ON
Switch de plata externa	ON (cheque que el voltaje es de 28 a 30 voltios)

# CONSIDERACIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- ▶ El motor de arranque puede operarse durante 2 minutos máximo para evitar sobrecalentamientos, espere hasta que las hélices dejen de rotar antes de hacer un segundo arranque.
- ▶ Si el tiempo de arranque del starter excede de los 3 segundos y la hélice no empieza a girar, verifique que el voltaje de la planta externa sea el óptimo requerido por el sistema. Si el voltaje de la planta externa es el adecuado verifique la condición de conexión del starter 1 ya que este se encuentra conectado en serie con el starter 2.
- ▶ Si las conexiones tanto del starter número 1 como del 2 se encuentran en perfecta condición desmonte el starter para realizar un chequeo fuera del motor.
- ▶ Compruebe que exista continuidad en el circuito, si existe continuidad realice un segundo intento adicional chequee nuevamente el voltaje de la planta externa antes de arrancar el starter.
- ▶ **ADVERTENCIA:** El personal debe mantener suficiente distancia de hélices hasta que estas hayan parado de girar.

# ARRANQUE DEL MOTOR N°1 DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH27-J





# CONCLUSIONES

- ▶ Mediante el manual de mantenimiento de la aeronave FAIRCHILD FH27-J, del motor Rolls Royce y del componente starter se determinaron los equipos, herramientas y materiales necesarios para desarrollar la habilitación del sistema de arranque del motor # 1.
- ▶ Por medio de inspecciones visuales se verificó el estado de los componentes del sistema de arranque en el cual se determinó que se encontraba en estado deteriorado (cables cortados, starter no funcional y piezas faltantes). Por lo tanto, se dio accesos tanto en la cabina como en los motores para identificar el arnés eléctrico y para realizar las conexiones pertinentes de acuerdo al respectivo manual.
- ▶ Una vez finalizada la habilitación del sistema de arranque en el cual se efectuaron las pruebas correspondientes tanto operacionales como funcionales cumpliendo con procedimientos de seguridad, advertencia y precaución durante las actividades de mantenimiento, dejando un sistema confiable y seguro para las prácticas correspondientes entre docentes y estudiantes.

# RECOMENDACIONES

- ▶ Los estudiantes deben estar familiarizados con los manuales aplicables, equipos/herramientas y materiales necesarios con el fin de realizar un correcto y satisfactorio proceso en la habilitación de los sistemas.
- ▶ Los estudiantes deben ser minuciosos al momento de realizar tareas de mantenimiento e inspecciones visuales con el fin de que puedan determinar satisfactoriamente las posibles fallas previo a la habilitación de un determinado sistema.
- ▶ Durante la ejecución de las pruebas operacionales como funcionales es de suma importancia cumplir con las normas de seguridad en rampa, utilización de equipos de protección personal y tomar en consideración las advertencias y precauciones que nos indica el manual de mantenimiento lo cual ayudaría a evitar que existan objetos que puedan causar daños materiales además de accidentes, incidentes y eventos de mantenimiento. El presente proyecto es fundamental para que la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas -ESPE tome en consideración y mantenga habilitado el sistema de arranque del motor # 1 del avión FAIRCHILD FH27-J para que los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención -Motores puedan realizar sus prácticas tutoradas.

# FORO DE PREGUNTAS

**GRACIAS POR  
SU ATENCIÓN**