



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**TEMA: LAVADO DE COMPRESORES DEL MOTOR DART
MARK INSTALADOS EN EL AVIÓN ESCUELA FAIRCHILD
F-27J CON MATRÍCULA HC-BHD**

AUTOR: ANDRADE GARCIA VICTOR MANUEL

DIRECTOR: TLGO. NELSON TIGSE

LATACUNGA - 2017

OBJETIVOS

Objetivo General

- Realizar el lavado de los compresores en los motores Dart Mark de la Aeronave Fairchild F-27J con matrícula HC-BHD, mediante la implementación de un sistema de lavado referenciado con documentación técnica de manuales de mantenimiento del motor y de la aeronave para mejorar la práctica aeronáutica en la Unidad de Gestión Tecnológicas.

Objetivos Específicos

- Recopilar información técnica necesaria del fabricante del motor para la realización del proyecto de titulación.
- Indagar el estado actual de los compresores en los motores Dart Mark de la Aeronave Fairchild F-27J con matrícula HC-BHD, para implementación de un sistema de lavado en los mismos.
- Implementar el sistema para el lavado de los compresores mediante el proceso de construcción y mantenimiento de una máquina que posee un tanque de agua.
- Realizar la tarea de lavado de los compresores en los motores Dart Mark del Avión Escuela Fairchild F-27J con matrícula HC-BHD, para la comprobación y funcionamiento del sistema de lavado.



HISTORIA DEL FAIRCHILD F-27J

El F-27J procede del avión Fokker F27 fabricado por Fairchild Hiller en su fábrica de Hagerstown - Maryland, Virginia en los Estados Unidos.

- En 1952 - Relaciones Laborables entre las fabricas Fokker y Fairchild.
- En 1956 - Fabricación de la aeronave Fokker F27.

Fairchild construye FH-27F, FH-27J, FH-27M.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN DEL MOTOR DART MARK

Características Generales

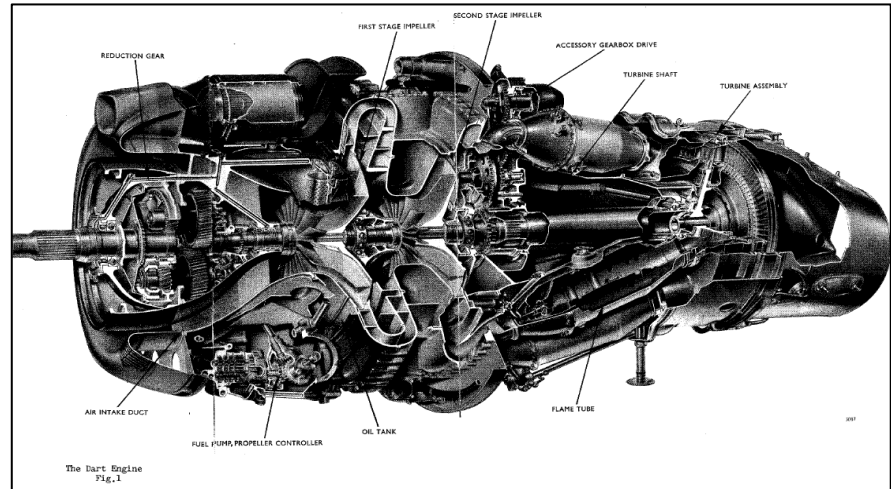
Tipo: Turbohélice

Compresor: centrífugo de dos etapas

Combustión: 7 cámaras

Turbina: 2 etapas

Combustible: kerosene



COMPRESOR



Función principal y secundaria del compresor de turbina a gas:

- 1.- Suministrar aire a las cámaras de combustión.
- 2.- Proporciona aire de sangrado.



TIPOS DE COMPRESORES

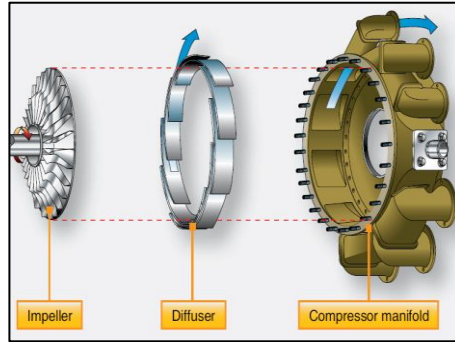
- Compresores centrífugos
- Compresores axiales

Compresores centrífugos

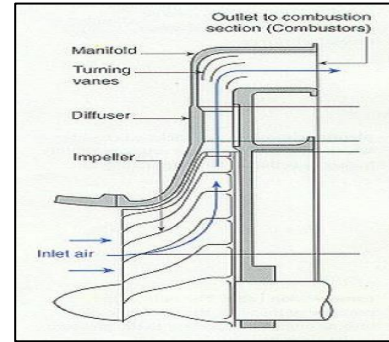
Fabricación



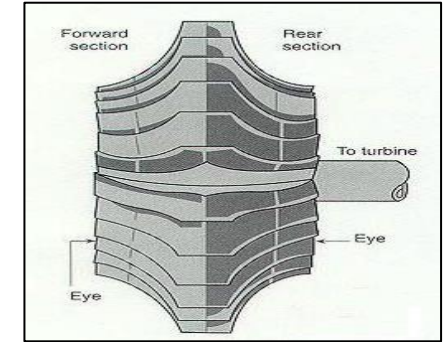
Aplicación y partes



Funcionamiento



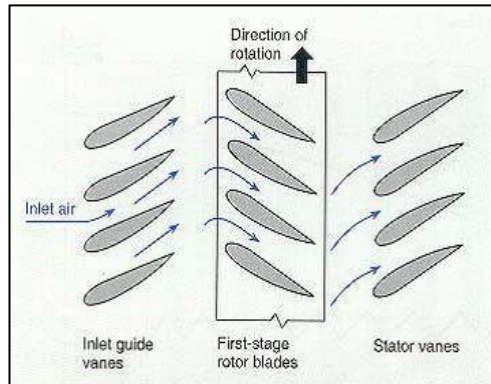
Doble Cara Activa



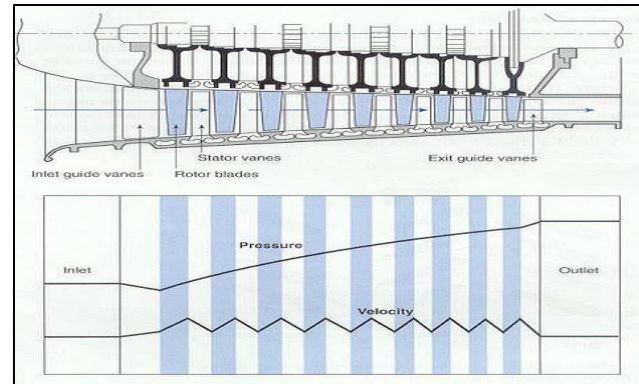
COMPRESORES AXIALES

Los compresores de flujo axial son aquellos donde el aire pasa de manera axial al compresor o paralelo al eje del motor.

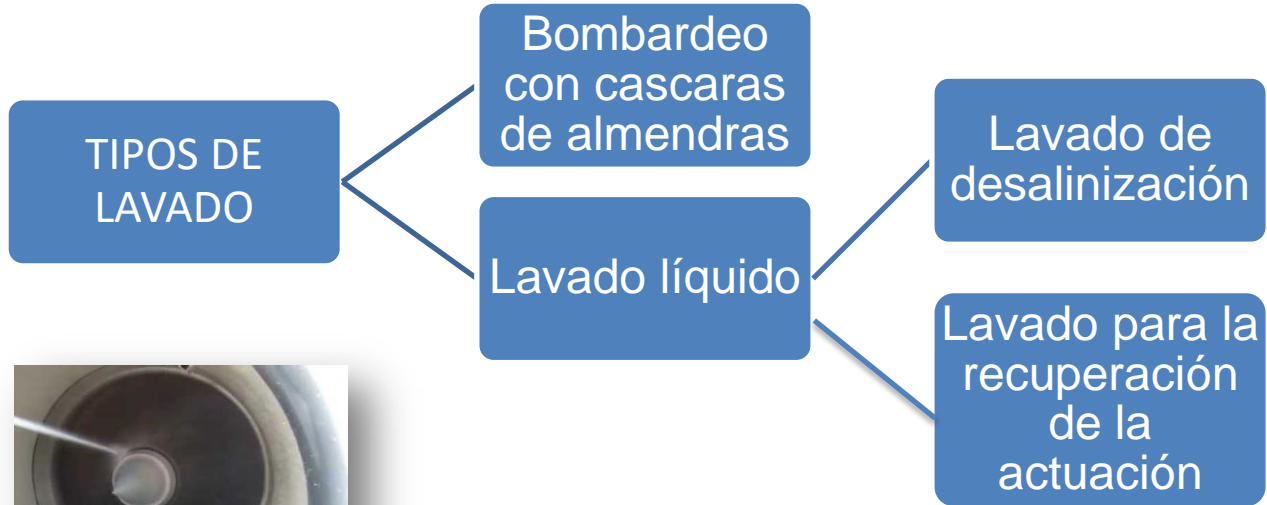
Características



Principio de funcionamiento



LIMPIEZA Y LAVADO DE LOS COMPRESORES



ENSUCIAMIENTO

El **Ensuciamiento** se refiere a acumular materiales no deseados en las superficies metálicas en este caso ocasionando asperezas.

Ensuciamiento de los compresores

- Mayor consumo de combustible
- Perdida de rendimiento
- Presencia de Partículas aerotransportadas

Efecto del ensuciamiento al rendimiento de los motores

- Cambio del perfil aerodinámico
- Disminución de potencia
- Mayor tasa de calor EGT y mayor consumo de combustible

Tipos de suciedad en el compresor

- Hidrocarburos
- Agua salada
- Otras causas: Arena y polvo

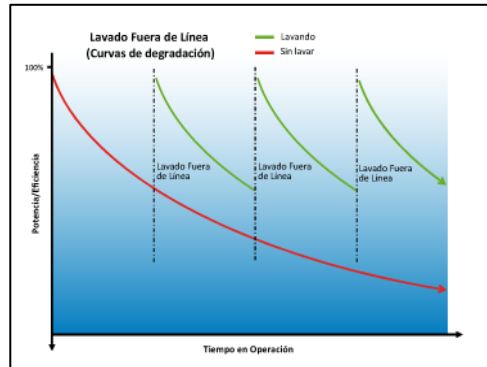


LAVADO DEL COMPRESOR

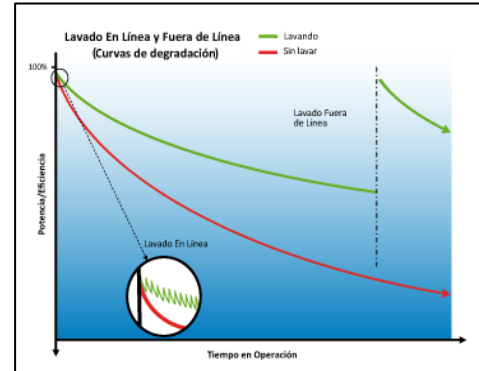
El lavado de los compresores es el mejor método para remover todos los depósitos de suciedad, es una tarea sumamente especificada por los fabricantes de los motores turbina.

Métodos y Periodo de lavado

1.- Fuera de línea



2.- En línea



LÍQUIDOS DE LIMPIEZA PARA COMPRESORES

- Agua desmineralizada
- ZOK 27
- ARDROX 6345
- B & B 3100



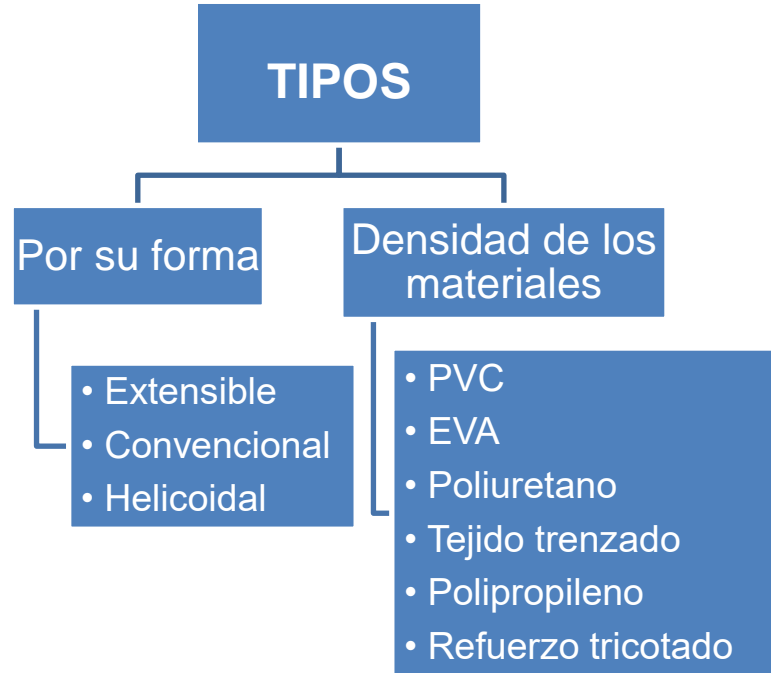
MATERIALES Y SUS CARACTERÍSTICAS

- Acero dulce
- Removedor de pintura
- Pintura esmalte
- Pintura anticorrosiva



MANGUERA

Definición: Tubo largo de material flexible, para trasladar líquidos en su interior.



BOMBAS

Las bombas son máquinas en las cuales se produce una transformación de la energía mecánica en energía hidráulica (velocidad y presión) comunicada al fluido que fluye por estas.

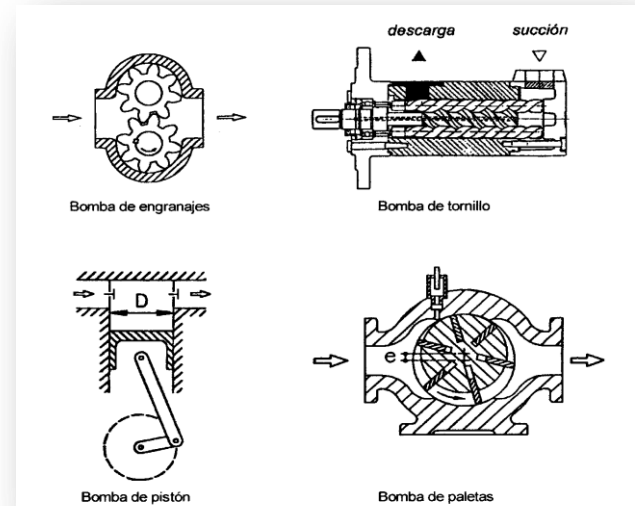
Tipos de bombas

1.- Bombas de desplazamiento positivos:

- Alternativas
- Rotativas

2.- Turbo bombas:

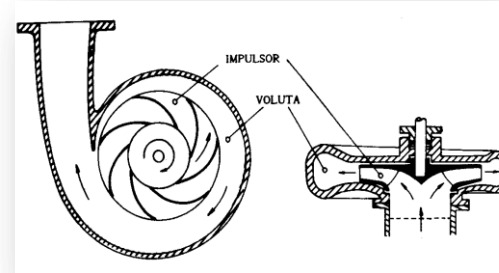
- Centrifugas
- Axiales
- Helico centrifugas



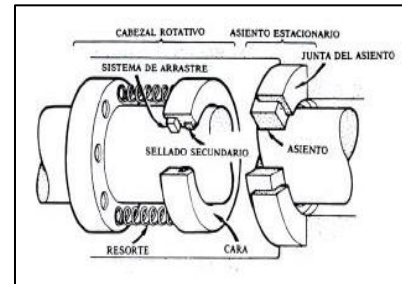
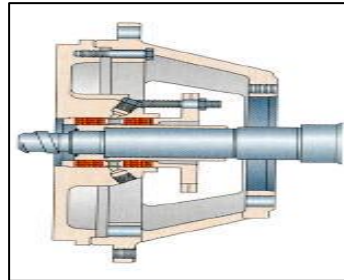
BOMBA CENTRIFUGA

Partes de la bomba centrífuga

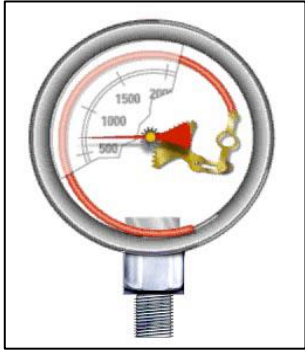
- Rodete o impulsor
- La voluta
- Eje de la bomba



Tipos de sellado del eje de la bomba



MANÓMETRO



El manómetro mide la presión de un fluido en bar o psi
(1psi = 0.069 bar, 1bar = 14,5 psi)

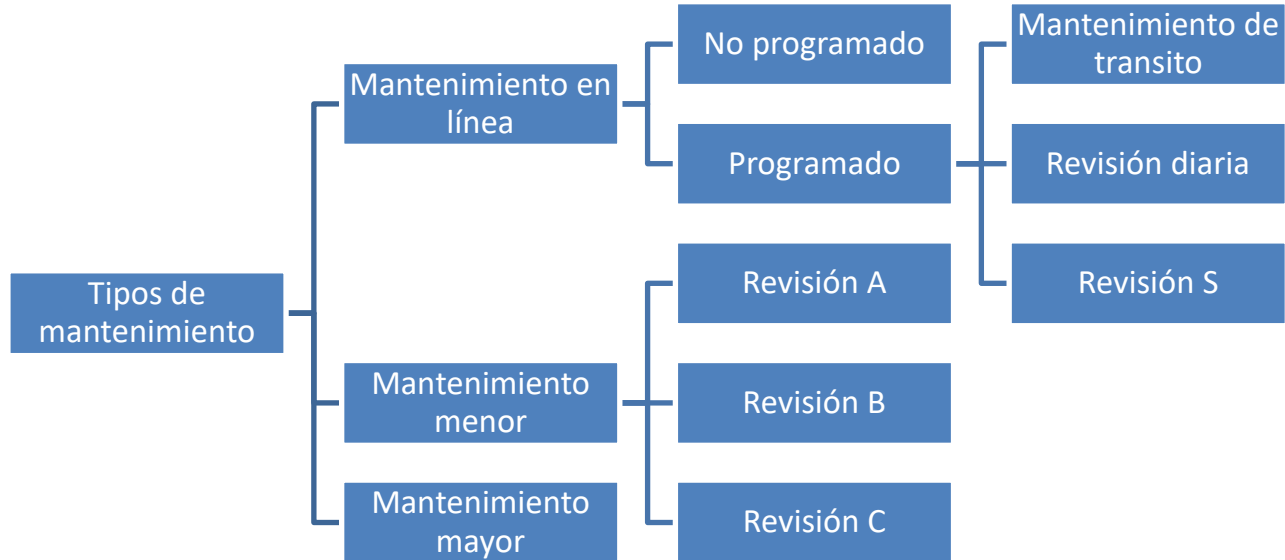
REDUCTOR DE PRESIÓN



El reductor de presión es un dispositivo que reduce y estabiliza la presión de entrada a la presión deseada en la salida.



TIPOS DE MANTENIMIENTO

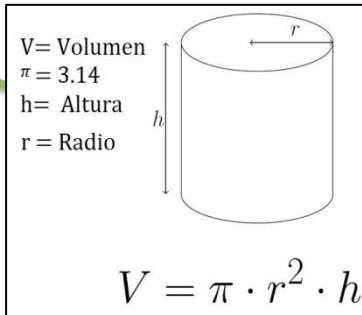


ESTUDIO DEL TANQUE DE AGUA PARA LAVADO DE COMPRESORES

Estado inicial



Radio (cm)	Altura (cm)	Capacidad máxima del tanque (L) aproximada	Capacidad requerida (L) aproximada
16,5	82,5	70	40



$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$
$$V = \pi \cdot (16,5 \text{ cm})^2 \cdot 82,5 \text{ cm}$$
$$V = \pi \cdot 272,25 \text{ cm}^2 \cdot 82,5 \text{ cm}$$
$$V = 70562,13 \text{ cm}^3$$

$$70562,13 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 70,56 \text{ L}$$



MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL TANQUE DE AGUA



Limpieza del tanque: Para visualizar el deterioro en la pintura y plantear tareas a realizar

- Decapado de pintura
- Inspección visual completa del tanque
- Aplicación de pintura de fondo, anticorrosiva y decorativa.
- Instalación de bomba centrífuga, cañerías, accesorios y conexión eléctrica



PROCESO DE DECAPADO DE PINTURA



Materiales y herramientas:

- Removedor de pintura
- Thinner
- Espátula de plástico
- Lija nº 80
- Brocha



INSPECCIÓN VISUAL DEL TANQUE DE ACERO

CASO
Rotura
Desconchado
Corrosión
Grietas
Abolladura
Golpeteo
Picadura
Surcos
Inclusión
Combado

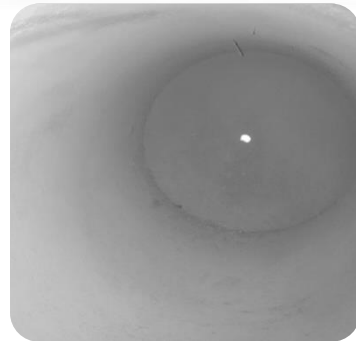
Resultado de inspección:
No presento los casos
mencionados



APLICACIÓN DE PINTURA FONDO



PINTADO INTERNO DEL TANQUE



Materiales y herramientas:

- Pintura fondo y Anticorrosiva.
- Pistola spray 400 CC.
- Lija nº 220 y 320
- Thinner



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PINTADO PROTECTOR Y DECORATIVO



RESTAURACIÓN DE RUEDAS INDUSTRIALES

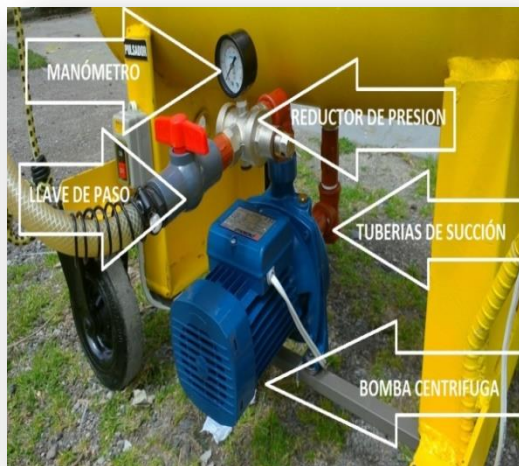


Finalizado acabado de pintura



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INSTALACIÓN DE BOMBA CENTRIFUGA Y PARTES



ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA BOMBA CENTRIFUGA

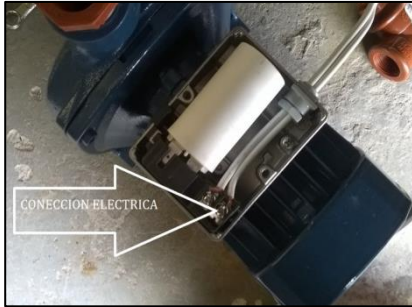
Bomba centrífuga "PEDROLLO" Modelo CPm 610	
Caudal (Q)	10 ÷ 80 L/min
Altura Máxima (H max)	30 m
Corriente alterna	110 v
Hertz	60 hz
HP	0.85 HP
Temperatura máxima (t max)	90° C

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL REDUCTOR DE PRESION

Reductor de presión 3/4" series 143	
Máxima presión de entrada	25 bares
Pre - Calibración	3 bares
Temperatura máxima de trabajo	80° C
Disminución de presión mínima	1 bar
Regulación de la presión de salida	1-6 bares



INSTALACIÓN DEL CABLEADO ELECTRICO Y PULSADOR DE LA BOMBA



Materiales:

- Cable gemelo 2 m.
- Pulsador ON OFF
- Extensión eléctrica 30 m



TANQUE DE AGUA PARA LAVADO DE COMPRESORES



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Peso: 90 Kg

Capacidad máxima de llenado: 70 litros

Presión máxima de salida: 3 bares

Medida de manguera: 7 m

Medida de extensión eléctrica: 30 m



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO



- Presión del sistema de bombeo
- Tiempo de vaciado
- Tuberías (Sin fugas de agua)
- Cantidad requerida 20 litros aprox.



PROCESO DE LAVADO DE COMPRESORES

- **MANUAL DE SEGURIDAD**

En el manual de seguridad se registran un conjunto de normas, procedimientos a seguir para la utilización de equipos, herramientas y maquinas, es esencial la protección personal.

Advertencias:

- No encender la bomba centrifuga sin agua
- Cableado eléctrico expuesto a agua

Normas:

- Utilizar equipo de protección personal



- **MANUAL DE OPERACIÓN**

Este instructivo nos brinda los diferentes procesos acordes a una correcta operación para un lavado de los compresores del motor Dart Mark, con las debidas precauciones y notas sumamente importantes para el desarrollo de la tarea de mantenimiento.

Preparación del tanque de agua para lavado de compresores

(1) Verificar funcionamiento



(2) Llenado de agua del tanque



Precaución:

Usar solamente agua desmineralizada o agua local, ver tabla de especificaciones del agua, cantidad 20 Litros

ELEMENTO	SIMBOLO	CANTIDAD
Cloruro	(Cl)	48 mg/1
Sulfato	(SO ₃)	58 mg/1
Total de dureza	(Ca CO ₃)	300 mg/1
Solidos suspendidos		6 mg/1
Sodio	(Na)	7 mg/1
Potasio	(k)	6 mg/1
Calcio	(Ca)	92 mg/1
Magnesio	(Mg)	0 mg/1
Zinc	(Zm)	0 – 3 mg/1
Total de solidos		467 mg/1



Frecuencia de lavado

Cada 50 horas , una vez por semana

(3) Utilizar liquido limpiador

Material	Aplicación	Marcas aprobadas
Líquidos - lavado del compresor	Lavado interno del compresor	ZOK 27
		Solvex
		Turboclean L9020
		Ardrox 6343
		B+B 3100
		Rivanaes RMC-G21
		Ardrox 6345

Características del producto:

ZOK 27: Se Diluye del 20 % del total de agua, de 20 litros de agua son 4 litros de ZOK 27

Descripción, composición, solubilidad, apariencia, compatibilidad, seguridad, derrames, almacenaje, enjuague y secado.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

(4) Ubicación del tanque



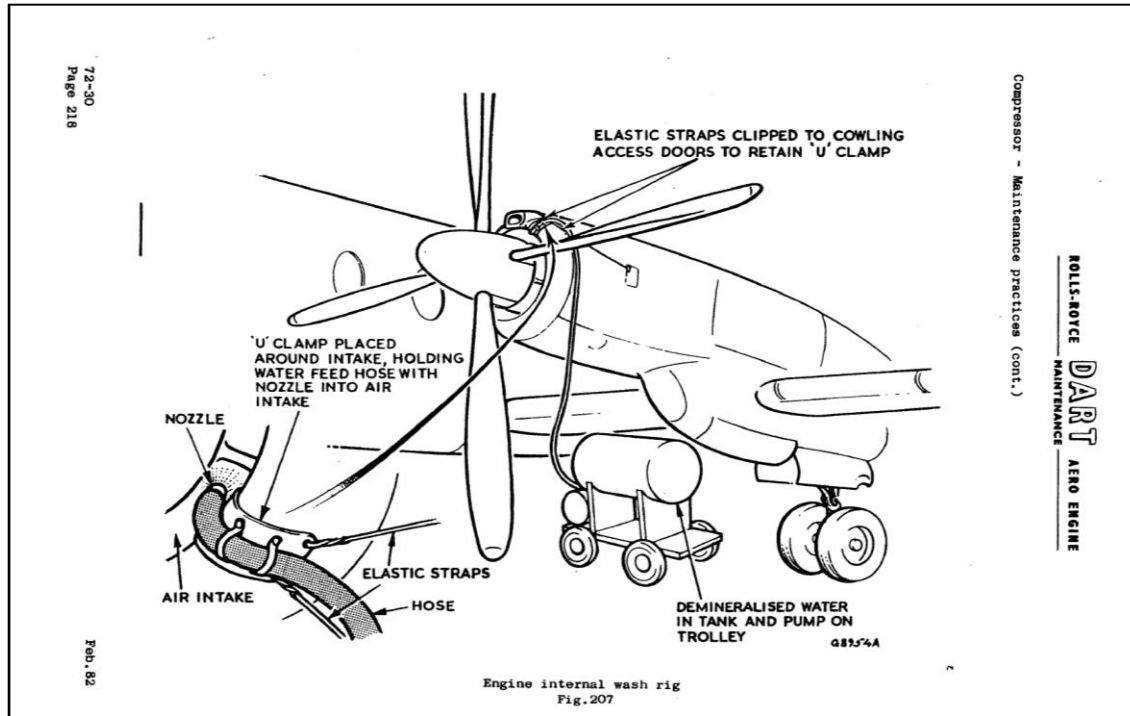
- Manguera perpendicularmente al tanque
- Detrás de la hélice



(5) Instalación de abrazadera "U"



“COMPONENTES Y UBICACIÓN DEL TANQUE DE AGUA PARA LAVADO DE COMPRESORES, MANUAL DE MANTENIMIENTO CAPITULO 72-30 PAG. 218”



(6) Encendido del motor

Poner el motor en marcha según las instrucciones del manual de mantenimiento motor Dart Mark Capítulo 71-00 Sección 3 Arranque del motor, monitoreo y parada “ENGINE STARTING, MOTORING AND STOPPING DRILLS”.

(7) Proceder inmediatamente al encendido del tanque de agua, al vaciar apagar la máquina. Tiempo de vaciado 2 minutos, presión 3 bares.



(8) Remover la manguera y la abrazadera en “U” de la toma de entrada y retirar de su ubicación el tanque para lavado de compresores.

(9) Encender nuevamente el motor según las instrucciones del manual de mantenimiento motor DART MARK capítulo 71-00 sección 3 arranque del motor, monitoreo y parada “ENGINE STARTING, MOTORING AND STOPPING DRILLS”, correr el motor a 12000 rpm, por un periodo de 5 minutos, para secar el motor. **Tarea opcional:** En caso de utilizar ZOK 27.

(10) Reseteo FUEL DATUM, cerrar el acelerador (THROTTLE) y parar el motor.



CONCLUSIONES

- Mediante el uso de información técnica del manual de mantenimiento recolectado y conocimientos adquiridos en la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE, se logró el lavado de compresores del motor Dart Mark del Avión escuela Fairchild F-27J.
- Se restableció un tanque de acero para agua mediante la implementación de equipos para su correcto funcionamiento y cumpla su meta principal para un lavado correcto de los compresores.
- Una vez finalizado la restauración e implementación de equipos en el tanque de agua para lavado de compresores se realizó pruebas de funcionamiento que determinaron la correcta del mismo.



RECOMENDACIONES

- Es importante del uso de la información técnica respectiva para cada tipo de mantenimiento que se realiza en el avión y estar sumamente enfocado en lo que se va a realizar para evitar daños en los equipos de la aeronave y principalmente que eviten provocar accidentes graves.
- Se debe usar equipos, herramientas específicas para cada operación de mantenimiento para un trabajo correcto de forma segura, verificando siempre si están en correcto funcionamiento antes de realizar la tarea.
- La seguridad en el trabajo es sumamente importante para la manipulación, el mantenimiento y operación del tanque de agua para lavado de compresores debidamente explicados en el manual de seguridad de la tarea de mantenimiento.



**GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA