



CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA DE REVERSA DEL MOTOR TURBOFAN DEL AVIÓN AIRBUS A 320

ALEX MARCELO CAISAGUANO QUISHPE
MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
MOTORES



OBJETIVO GENERAL

- ▶ Construir e implementar una maqueta didáctica del sistema de reversa del motor turbofan del avión Airbus A320, en el taller de Mecánica de la Unidad de Gestión de Tecnologías para mejorar el desarrollo de las prácticas de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, según el manual de las dimensiones del motor AIRBUS S.A.S.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información de manuales, libros e internet sobre el sistema de reversa del motor IAE V2500 a construir.
- Seleccionar la mejor alternativa de los materiales para construir la maqueta didáctica.
- Construcción de la maqueta didáctica del sistema de reversa del motor IAE V2500.
- Realizar las pruebas de funcionamiento correspondiente a la maqueta didáctica.
- Elaborar manuales de operación y mantenimiento de la maqueta didáctica.

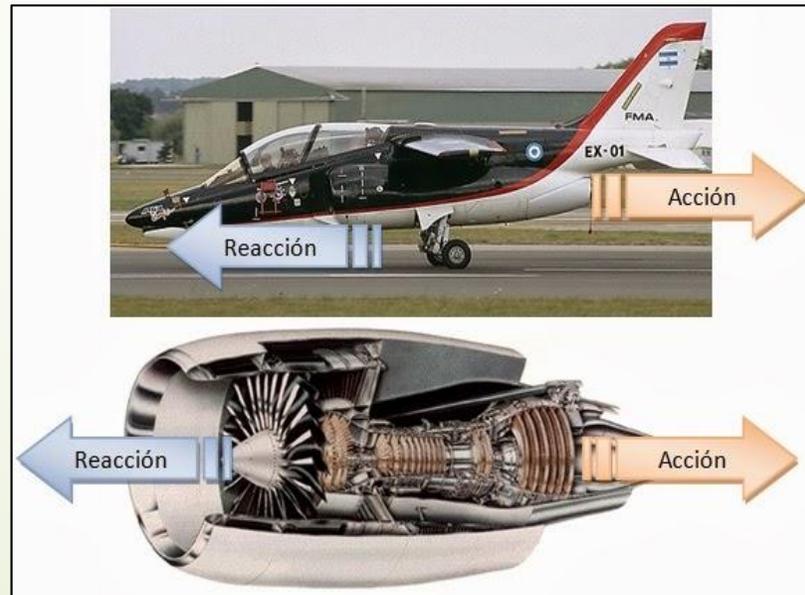


MARCO TEÓRICO

LEYES DE NEWTON

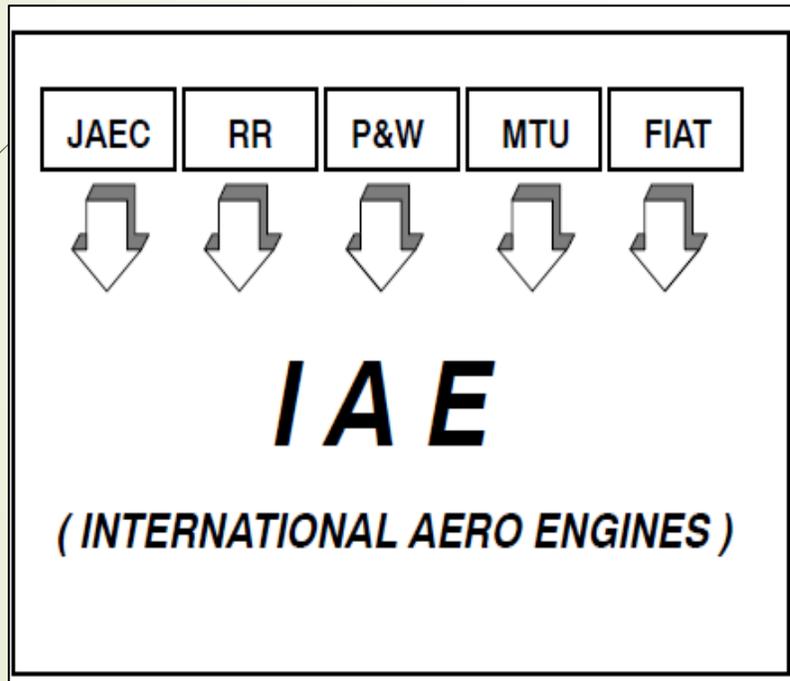
- Ley de inercia
- Ley de movimiento
- Ley de la acción y reacción

Un motor de reacción funciona acelerando un chorro de gases hacia atrás (acción), con lo que el avión sale impulsado hacia delante (reacción).



PLANTA DE PODER IAE V2500

- Es producido por la corporación INTERNATIONAL AERO ENGINES (IAE).



VERSIONES DE MOTOR



MOTOR IAE V2500

- El motor V2500 es un motor turbofan de alto bypass ratio (razón de bypass), de flujo axial y dos ejes.
- 80% del empuje es producido por el fan.
- 20% del empuje es producido por el núcleo del motor.
- Un compresor de baja de cuatro etapas,
- y un compresor de alta de diez etapas.
- Una turbina de alta de dos etapas,
- y una turbina de baja de cinco etapas.

Sistema de reversa

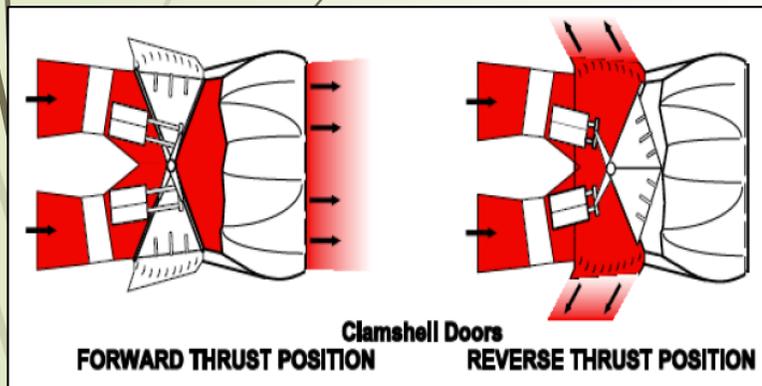
- ▶ Se conoce como empuje de reversa a la desviación temporal los gases de escape, los cuales son expulsados en una dirección distinta a la del avión.



Tipos

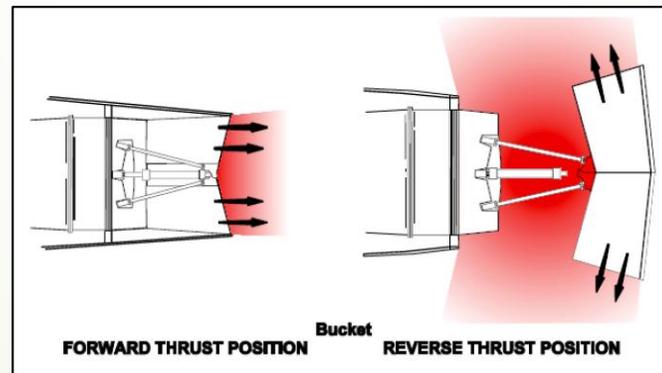
➤ Clamshell Doors

Aproximadamente, el 50% del empuje de despegue puede utilizarse como reversa.



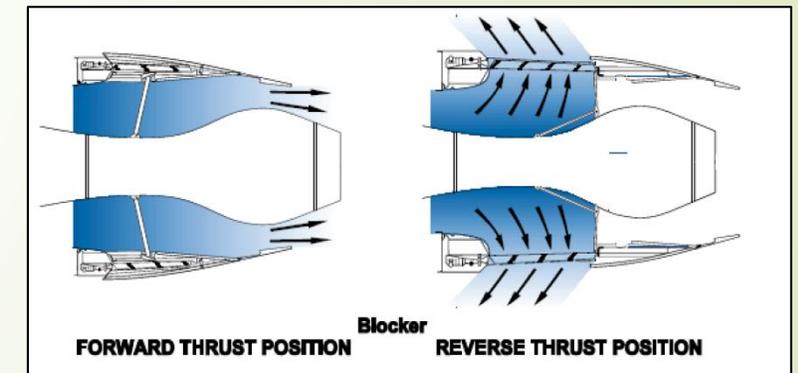
➤ Bucket doors

La parte del final de la tobera se despliega en dos mitades que se unen



➤ Blocker doors

Utiliza el flujo secundario (aire frío) para revertir el empuje

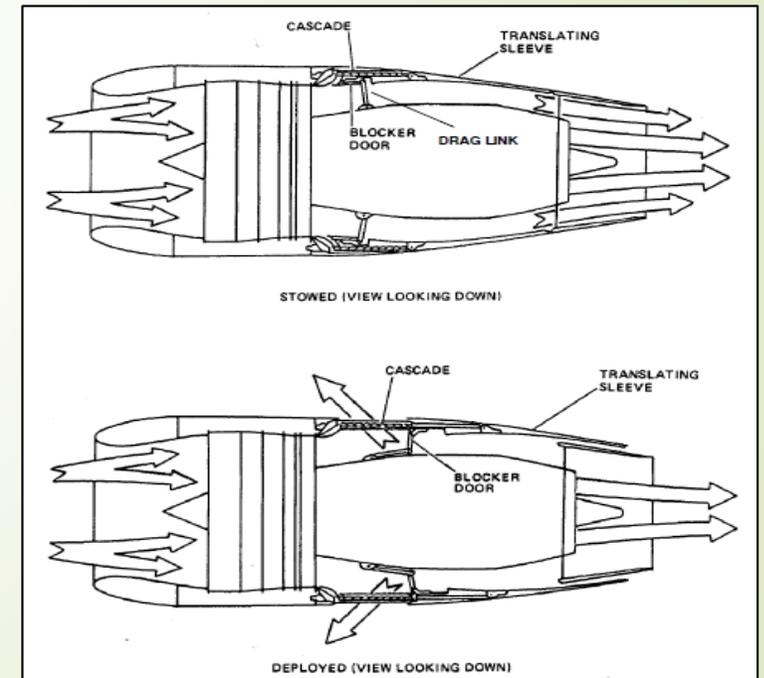


REVERSA DEL MOTOR IAE V2500

- La capota de traslación es movida por cuatro actuadores.
- El aire es descargado a través de cascadas.

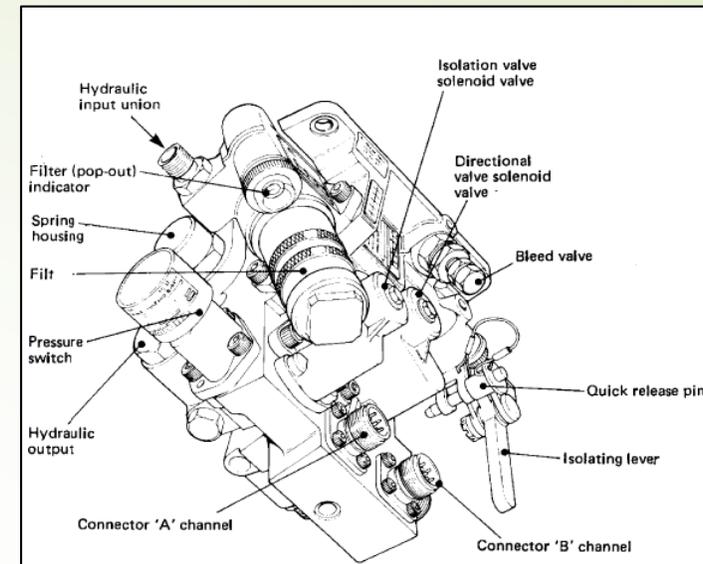
COMPONENTES DEL SISTEMA DE REVERSA

- Un HCU
- Cuatro actuadores
- Superiores e inferiores
- Cascadas

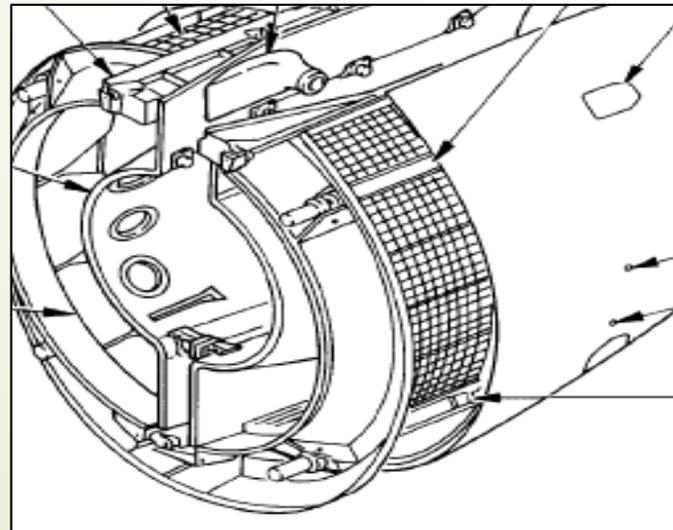


- **Cuatro actuadores**
- Transformadores diferenciales variables lineales
- Dos switches de proximidad

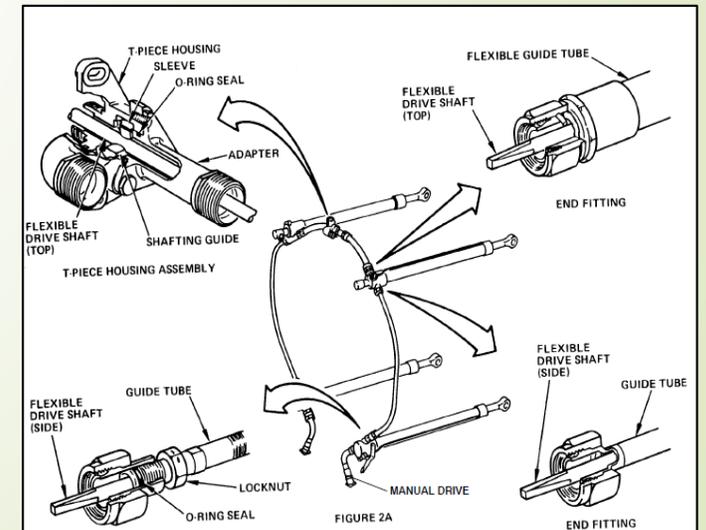
Un HCU



Cascadas



Tres ejes flexibles

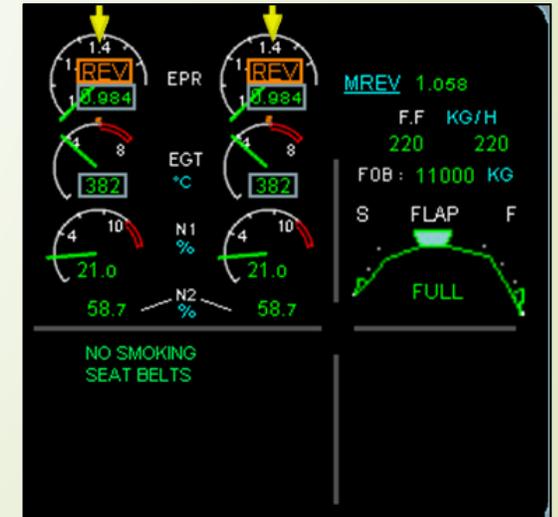


ACTIVACIÓN DE LAS PALANCAS DE REVERSA

Después de contacto con tierra, la reversa es inmediatamente activada



A continuación se activara las palancas de reversa



Continuación



MATERIALES UTILIZADOS

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

No.	MATERIAL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Madera MDF	15mm	1 Plancha
2	Madera normal	8mmx8mmx1.70m	1 EA
3	Pernos y tornillos	1/4" y 5/16"	20 EA
4	Fibra de vidrio	Fibra standard	12m ²
5	Resina	Ninguna	8 lbs
6	Brochas	2 plg	8 EA
7	Masilla standard	Poliéster	7 gls
8	Masilla fina	Poliéster	3 libras
9	Lija	33	5 EA
10	Lija	120	3 EA
11	Lija	1400	3 EA
12	Tubos cuadrados	30x30x1.5 mm	2 EA
13	Electrodos	E6011	1 lb
14	Pintura	Varios colores	3 litros
15	Tinner	Automotriz	3 litro
16	MEK	Recipientes de 125 cc	5 EA

ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	REGULADOR DE PRESIÓN	1EA
2	CAÑERÍA DE 1/4"	2 METROS
3	VÁLVULA 3/2 NEUMÁTICA DE PALANCA CON ENCLAVAMIENTO	1EA
4	NEPLOS NEUMÁTICOS DE 1/4"	6 EA

NORMAS DE SEGURIDAD FIBRA DE VIDRIO

- Antes de empezar la construcción de la maqueta es importante resaltar lo indispensable de la seguridad para no tener accidentes innecesarios.
- Guantes (de asbesto y nitrilo)
- Calzado de protección
- Gafas protectoras de vista (de color para suelda)
- Mascarillas
- Ropa adecuada
- Caretas o protectores de cara



EPP EN SOLDADURA

Los soldadores están expuestos a gases peligrosos y a partículas finas que se encuentran en el aire.

- ▶ Máscaras protectoras o cascos.
- ▶ Lentes protectores.
- ▶ Guantes.
- ▶ Cortinas..
- ▶ Botas.



HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Utilizan la fuerza muscular

MANUALES

MECÁNICAS

Utilizan una fuente de energía externa

SEGÚN SU USO TENEMOS:

- MEDICIÓN
- TRAZADO
- SUJECIÓN
- CORTE

- DESBASTE
- GOLPE
- MAQUINADO

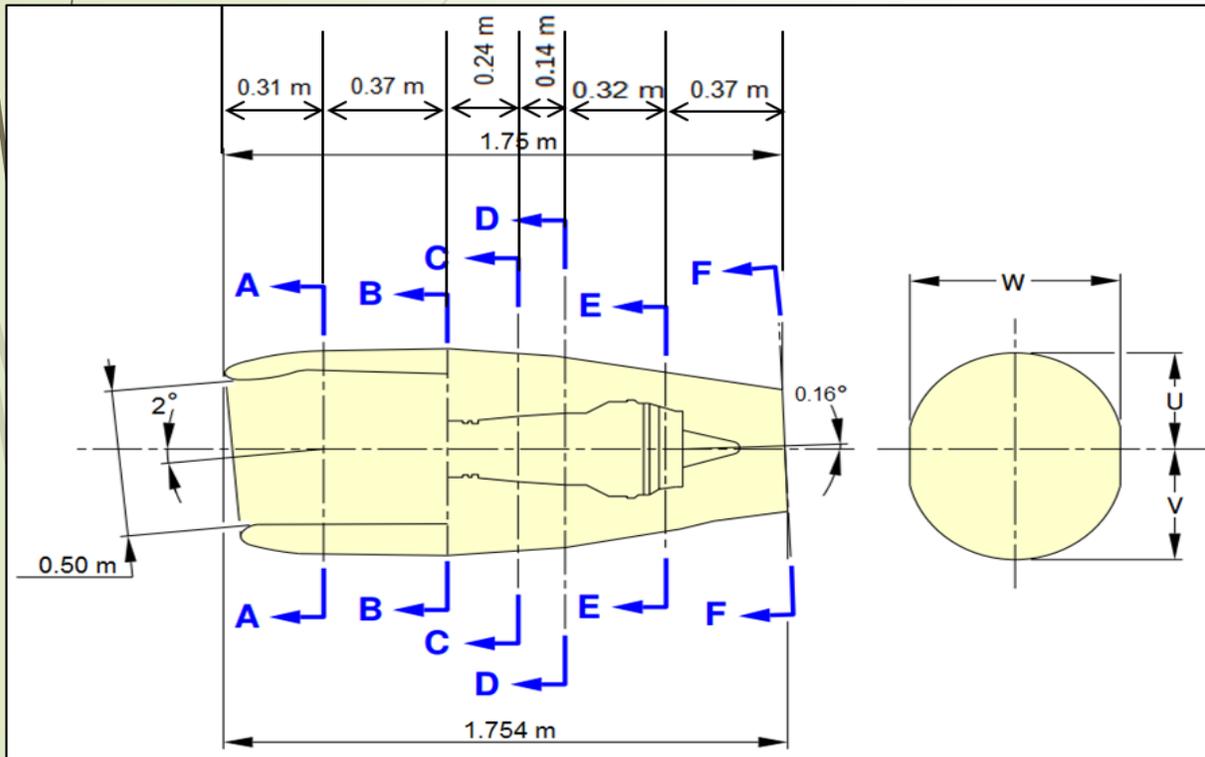


DESARROLLO DEL TEMA



CONSTRUCCIÓN

Dimensiones del motor IAE V2500



	W		U		V		COMPONENTES
	m	feet	m	feet	m	feet	
A-A	0.67	2.19	0.33	1.08	0.366	1.21	INLET ATTACH FLG
B-B	0.67	2.19	0.333	1.09	0.37	1.21	TORQUE BOX "V" BLADE
C-C	0.66	2.16	0.32	1.06	0.356	1.17	COMB. CHAMBER ENTRY FLG
D-D	0.643	2.10	0.31	1.02	0.343	1.13	COMB. CHAMBER EXIT FLG
E-E	0.546	1.79	0.26	0.85	0.286	0.94	TECH FLG TURB. EXIT CASE
F-F	0.413	1.35	0.20	0.65	0.21	0.70	AFTER END CNA

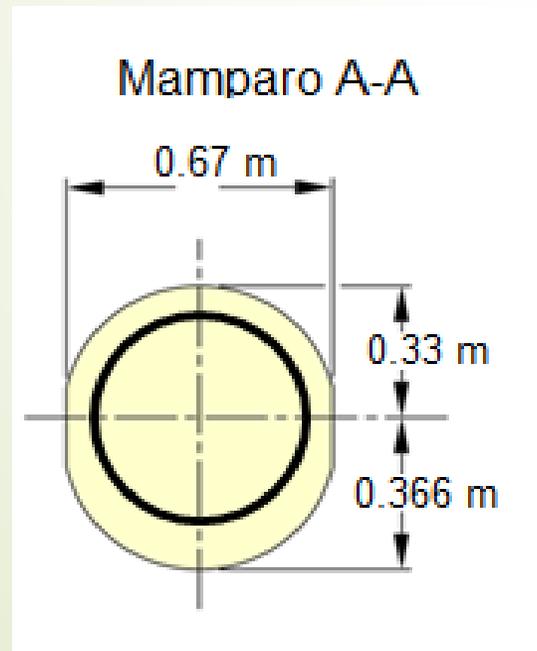
Medición del eje central

El eje central del motor está hecho de madera previamente trabajada de 8x8cm y de 1,25m de largo



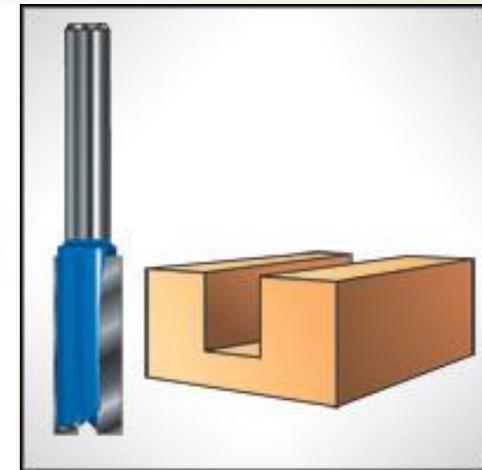
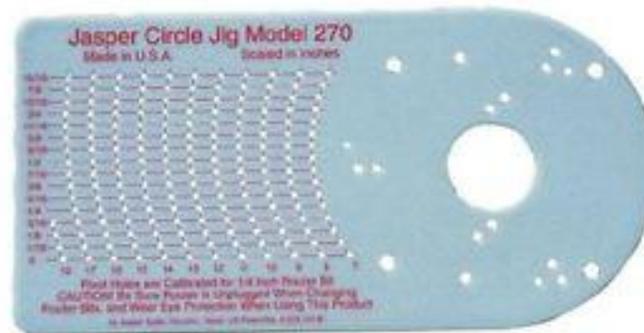
Medición de los mamparos

- Los mamparos están hechos en madera de MDF de 15 mm para darle mayor firmeza al molde.



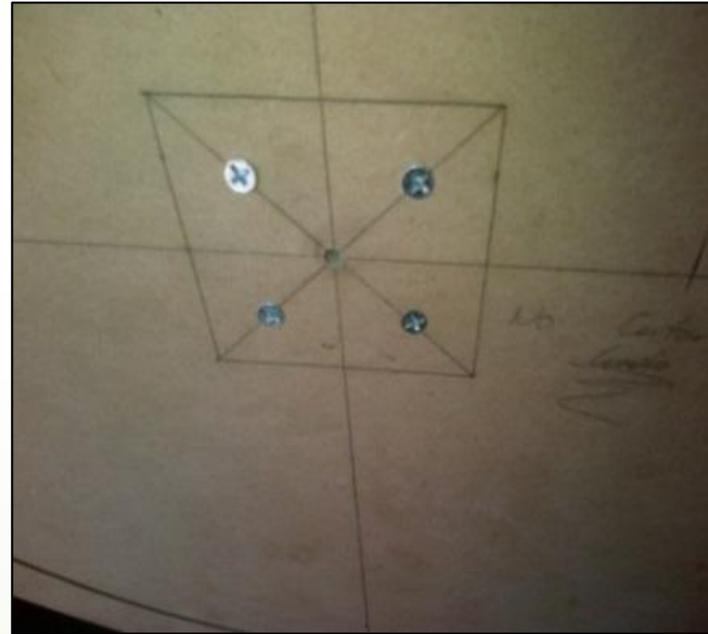
Corte de los mamparos

- Los mamparos se cortó con la ayuda de un router marca Black & Decker, con la cuchilla N. 1 y con la ayuda de un circle jig.



Montaje de los mamparos al eje central

- Los mamparos se montó uno a uno como dicta el manual



Enmascarado de los mamparos

- ▶ A todos los mamparos se cubrió de cartón para mejorar su diseño y de esta manera poder obtener un molde perfecto



Aplicación de la fibra

- Antes de aplicar la fibra se deberá preparar todos los materiales como la resina, este compuesto tiene un tiempo corto para su secado dependiendo de la cantidad del MEK (catalizador).



Aplicación de la masilla poliéster

- La masilla se debe aplicar a lo largo de todo el motor en capas iguales para evitar dañar el diseño del motor, para que la masilla se seque se debe aplicar una cantidad prudente de secante.



Lijado(desbaste) del motor

- ▶ Para amoldar el motor y darle una superficie lisa y perfecta se debe desbastar el material con la apoyo de una lija



Vaciado de los componentes internos del motor

- ▶ Para vaciar los componentes internos del motor se debe cortar con una sierra de arco de diente grueso y sacarlos uno a uno con cuidado



Corte de los translating cowl

- Primero se seccionó el lado izquierdo de los cowlings para evitar un descentramiento del mismo y después se montó el motor interno

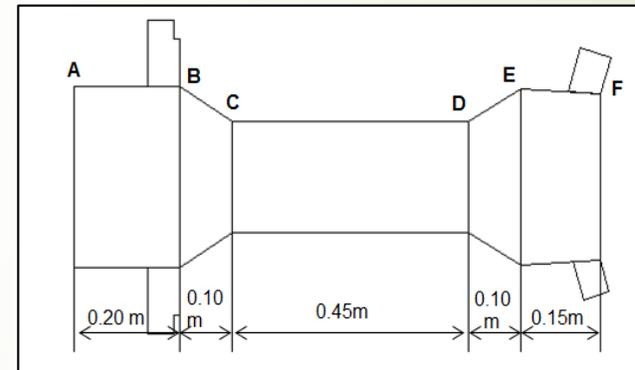


Construcción del núcleo del motor

- El motor interno se construyó como los cowlings a base de fibra y madera MDF,



Demisiones del núcleo del motor



SECCIÓN	DIÁMETRO
A	0.33m
B	0.33m
C	0.20m
D	0.20m
E	0.32m
F	0.30m

Montaje del núcleo del motor

- El montaje del motor se realizó para evitar un descentramiento del nose cowl con la tobera de escape.



Montantes del motor

- Los montantes del motor se los hizo en tubos cuadrados, el montante principal se ubica en la sección A-A hasta la sección B-B



Construcción del soporte principal

- El montante está hecho de tubos de acero cuadrado de 30x30x1.5 mm, la soldadura se realizó con electrodos 6011 de 1/8" con una soldadora de arco.



Construcciones de los componentes internos para el sistema de reversa

➤ Actuadores



➤ Rieles superiores



➤ Rieles inferiores



Continúa

➤ Puertas de bloqueo

Las puertas de bloqueo son las encargadas de obstruir el flujo de aire y enviarlo hacia a fuera del motor.



Pintura del motor y señales

Para pintar se requiere lo siguiente:

- Soplete de pintura a gravedad
- Lijas 120, 1400
- Tiñer
- Franelas
- Masilla fina de poliéster





IMPLEMENTACIÓN

Implementación de los componentes neumáticos para control y actuación del sistema.



Implementación de las ruedas y seguros.





DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD, MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN.

Manual de mantenimiento

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL

- Realizar una limpieza general del motor, evitando dejar impurezas.
- Realizar un chequeo visual de la maqueta en general para detectar golpes y otras anomalías.
- Revisar internamente que no haya objetos extraños que dificulten el funcionamiento adecuado de la maqueta.
- Revisar el estado de las llantas de la maqueta por condición, limpiar y lubricar con grasa los rodamientos internos.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL

- Verificar el estado de las compuertas las cuales deben estar bien sujetas al motor.
- Realizar una limpieza y lubricación de los rieles superiores e inferiores.
- Verificar el montante posterior en la parte baja en la unión con el motor revisando que todos los tornillos estén bien sujetos.

Continúa

- Revisar la condición del montante que no tenga golpes, corrosión y partes despintadas.

MANTENIMIENTO ANUAL

- Revisar la condición de la maqueta por golpes, rajaduras y desperfectos existentes.
- Remover el translating cowl para verificar el estado de los rieles, limpie y lubrique con una grasa liviana.
- Remover los actuadores y lubricar con un aceite liviano SAE 30.
- Realizar un chequeo visual de las cañerías verificando su estado.
- Monte nuevamente los translating cowl, asegure los rieles, actuadores, compuertas de bloqueo y el fan.
- Realice pruebas de funcionamiento para chequear fugas y demás desperfectos (Golpes, Rayaduras, activación de la palanca de mando, mal funcionamiento del manómetro).

Normas de seguridad

Para el personal que realiza la práctica:

Utilizar los equipos de protección personal y hacer caso a las indicaciones que dicta este manual.

- Guantes de manipulación mecánica
- Orejeras o tapones
- Overol
- Botas punta de acero
- **Caution** :Verifique que no haya obstrucciones dentro del motor
- **Caution**: Asegúrese de que la palanca de mando este en la posición guardada para evitar una apertura imprevista provocando daños al operador.
- **Warning**: Evite un accidente no ingrese la manos en las cascadas cuando el sistema está operando ya que los actuadores están cargados a resorte y regresan a su posición inicial automáticamente cuando pierde energía neumática.

Manual de operación

ANTES

- Antes de poner en funcionamiento la maqueta revise que nadie esté cerca de las partes en movimiento, un rango aproximado de 1 metro.
- Revisar que no haya obstrucciones dentro de la maqueta para evitar daños a sus componentes.
- Verificar que la palanca de mando y el regulador estén cerrados antes de conectar la línea neumática.
- Conectar la línea neumática (Manguera de aire) a una fuente de abastecimiento neumático (compresor)
- Regular la presión de aire mirando el manómetro que no exceda los 90 ± 10 PSI.
- Revisar que no haya fugas de aire en el sistema de ser así arregle el daño y no opere la maqueta.



Continúa

DURANTE

- ▶ Activar la palanca de actuación a la posición deploy (desplegar), el cowling se deslizará hacia atrás.
- ▶ No ingresar las manos dentro de la reversa ya que esta regresa automáticamente a su posición inicial (guardada).
- ▶ Regresar la palanca de actuación a la posición stow (guardar).
- ▶ Realizar este procedimiento cuantas veces sea necesario.

DESPUÉS

- ▶ Retornar la palanca de mando a la posición stow (guardar).
- ▶ Bajar la presión de aire, mirando que el manómetro descienda a cero.
- ▶ Desconecte la manguera de aire que ingresa a la maqueta.
- ▶ Como último paso limpie y ordene el área de trabajo.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La información recopilada de manuales, libros e internet, a más de servir como instrucción inicial, provee de conocimientos necesarios para la construcción de la maqueta didáctica del sistema de reversa del motor IAE V2500, siempre y cuando se cuente con los medios necesarios para dicho fin.
- Una vez que se determinó los materiales más adecuados apoyándonos en su costo, calidad y si se encuentran localmente, es mucho más fácil adquirir dichos materiales para la construcción de la maqueta
- Para la construcción de la maqueta didáctica fue necesario utilizar fibra de vidrio, material que se encuentra localmente y más que todo no se requiere de mucha experiencia para trabajar con dicho material, pero cabe insistir la importancia de utilizar equipos de protección personal para este proyecto.



Continúa

- Se realizaron pruebas de funcionamiento con el único objetivo de buscar anomalías existentes, y de esta manera solucionar los percances que se presenten en el sistema, para así continuar con el desarrollo del proyecto.
- Los manuales en el ámbito aeronáutico son de gran ayuda para realizar una tarea, por tal razón la maqueta cuenta con Manuales de Mantenimiento y Operación los cuales son de útil y confiable fuente de seguridad a la hora de realizar algún trabajo.



RECOMENDACIONES

- Revisar la información que se encuentra en los manuales de mantenimiento y operación LMB-027 antes de operar la maqueta del sistema de reversa para salvaguardar la vida útil del componente y del personal que esté realizando prácticas.
- Tener especial cuidado cuando el sistema esté operando para no causar lesiones graves al personal que este practicando en este material didáctico.
- Para realizar cualquier trabajo de mantenimiento en la maqueta didáctica, hacerlo en un lugar apropiado, con todas las medidas de seguridad, que se cuente con las herramientas necesarias y que las mismas estén disponibles.



Continúa

- ▶ Dar a conocer a los estudiantes y docentes que realizan trabajos en los laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica sobre la disponibilidad de la maqueta del sistema de reversa.
- ▶ Tener especial cuidado y evitar la pérdida de los componentes que posee la maqueta didáctica, pues su diseño y medidas son demasiado exactas que dificultan realizar una réplica exacta de cualquier componente que sea este.



GRACIAS
POR
SU ATENCIÓN