



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS



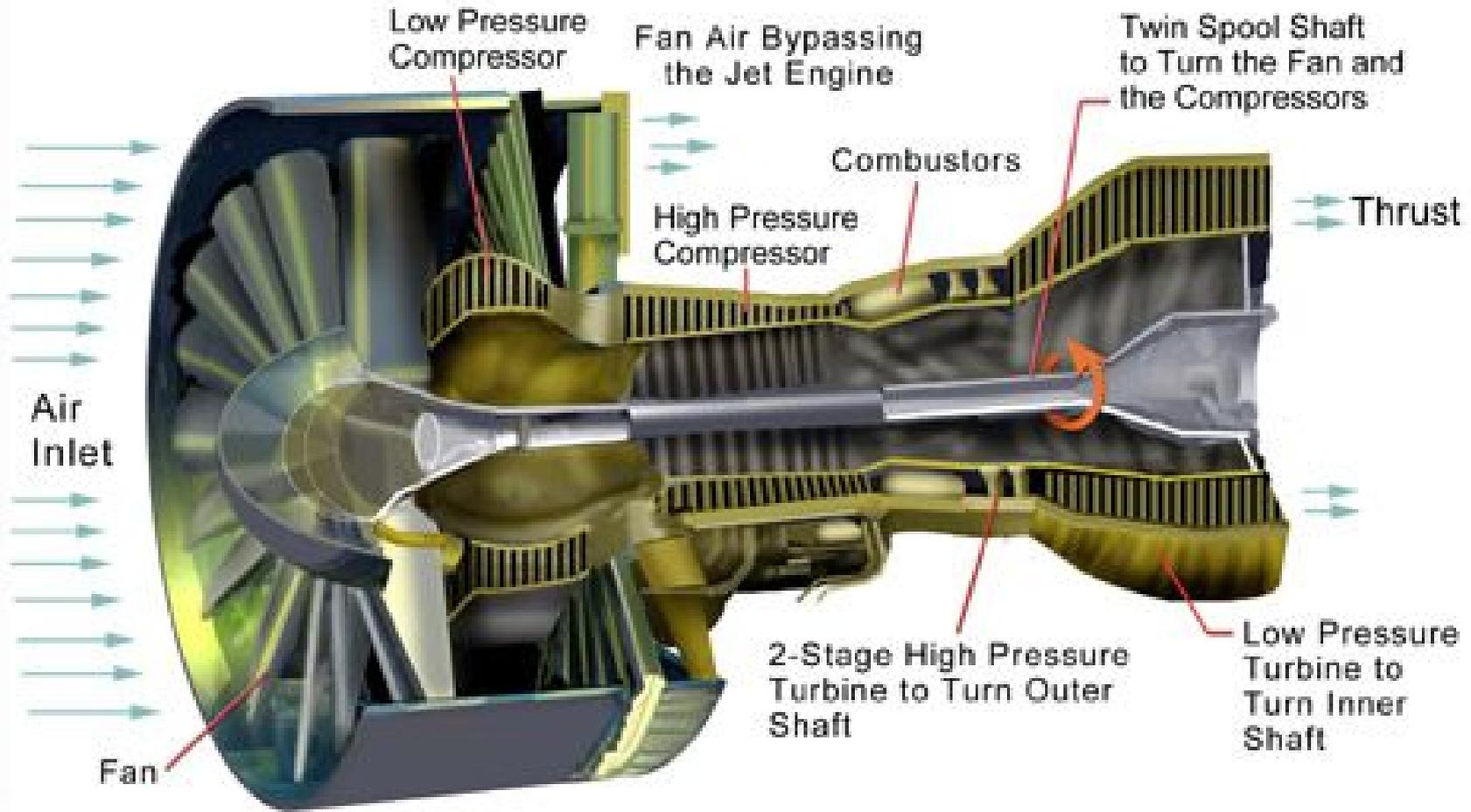
CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE  
MOTOR CFM56 CONSTRUIDO  
ESTRUCTURALMENTE PARA LA  
APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS  
TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LOS ALUMNOS  
EN LA CARRERA DE MECÁNICA  
AERONÁUTICA DEL ITSA



*o* El siguiente trabajo contiene el proceso desarrollado para la elaboración del prototipo del motor CFM56 construido estructuralmente, además de la descripción detallada de funcionamiento, operación y sus respectivos manuales

MOTOR TURBO FAN

o Los motores turbo fan o turbo ventilador son motores a reacción que reemplazaron a los motores turboreactores , el turbofán más potente del mundo es el General Electric GE90-115B con 512 kN de empuje



# OBJETIVO GENERAL

- o Construir un prototipo de Motor CFM56 estructuralmente; para la aplicación de conocimientos teóricos y prácticos de los alumnos en la carrera de Mecánica Aeronáutica en la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de Fuerzas Armadas – ESPE

# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar información acerca del Motor CFM56 y la aplicación de material didáctico y prototipo.



# TRAINING MANUAL

## CFM56-5B

### BASIC ENGINE



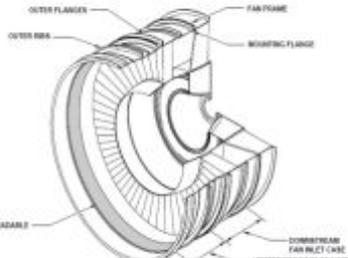
CFM56-5B

#### BASIC ENGINE



CFM56-5B

TRAINING MANUAL



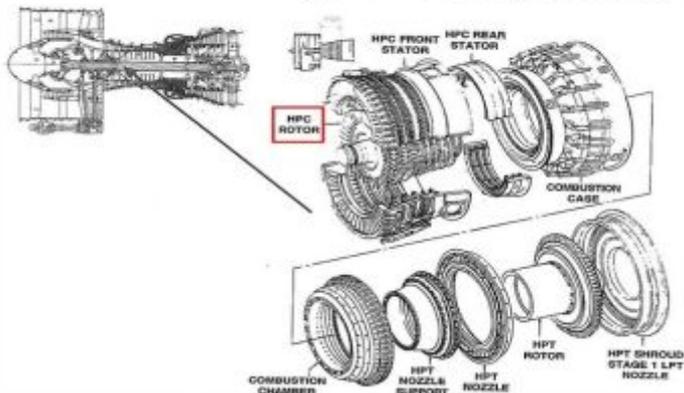
THE POWER OF FLIGHT

Published by CFMI

Customer Training Center  
Services - Snecma Group  
18 de l'Agres-Vente Civile  
ELUN-MONTEREAU  
rue de Villarsche B.P. 1936  
ELUN-MONTEREAU Cedex  
FRANCE

CFMI Customer Training Service  
GE Aircraft Engines  
Customer Technical Education Center  
123 Merchant Street  
Mail Drop Y2  
Cincinnati, Ohio 45246  
USA

## Core Engine Components

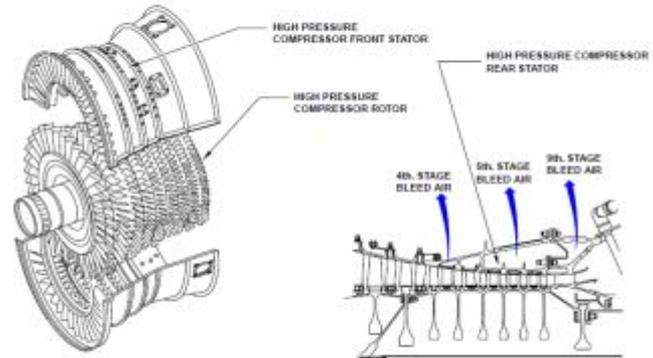


GENERAL



CFM56-5B

TRAINING MANUAL



HP COMPRESSOR SECTION

07080240

EFFECTIVITY  
ALL CFM56-5B ENGINES FOR A319-A320-A321  
CFMI PROPRIETARY INFORMATION

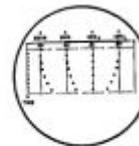
72-30-00 Page 3  
BASIC ENGINE Dec 00

TOC



CFM56-5B

TRAINING MANUAL



TREND MONITORING



VIBRATION MONITORING



BORESCOPE INSPECTION



LUBE PARTICLE ANALYSIS



S.O.A.P.

CONDITION MONITORING

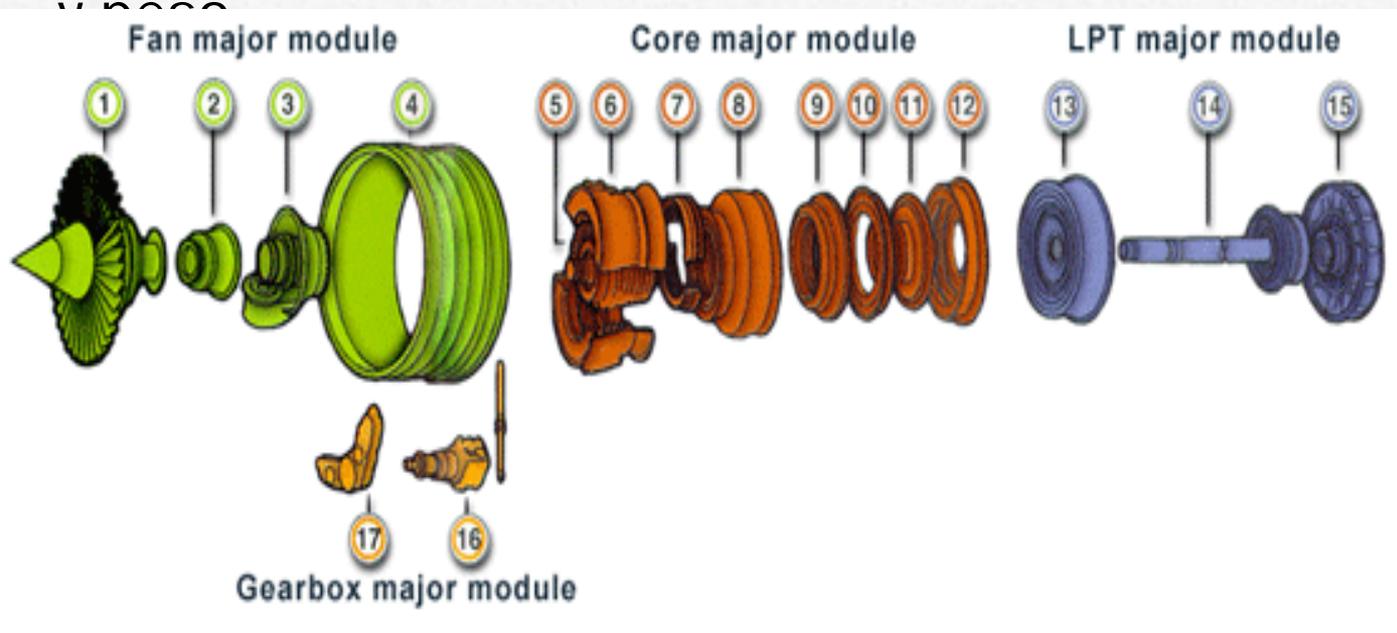
07080240

EFFECTIVITY  
ALL CFM56-5B ENGINES FOR A319-A320-A321  
CFMI PROPRIETARY INFORMATION

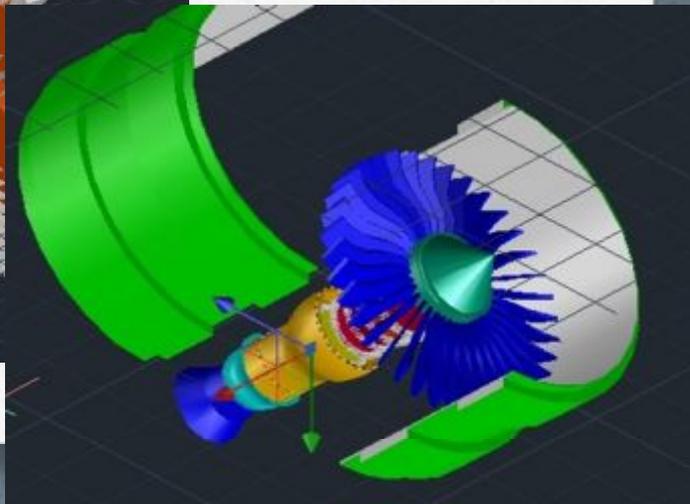
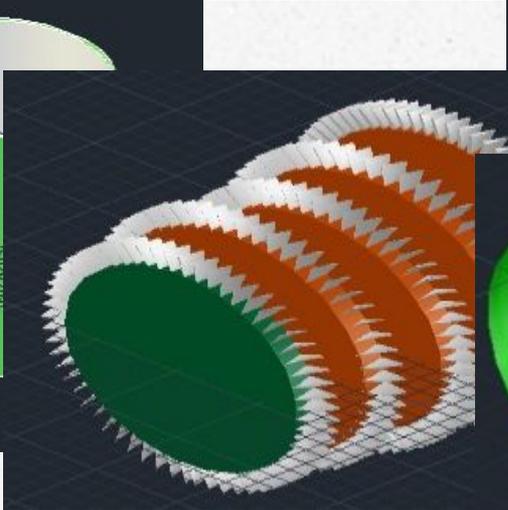
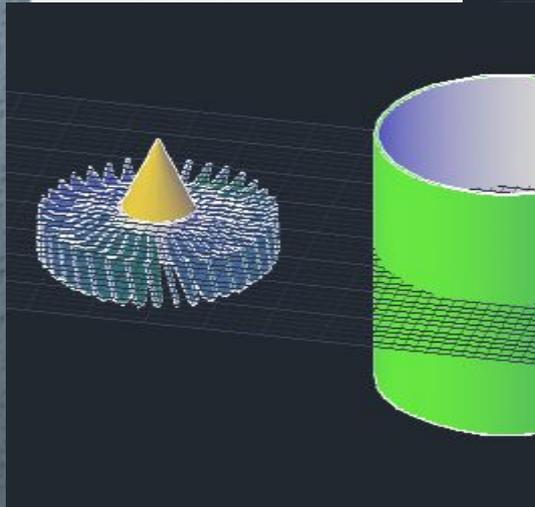
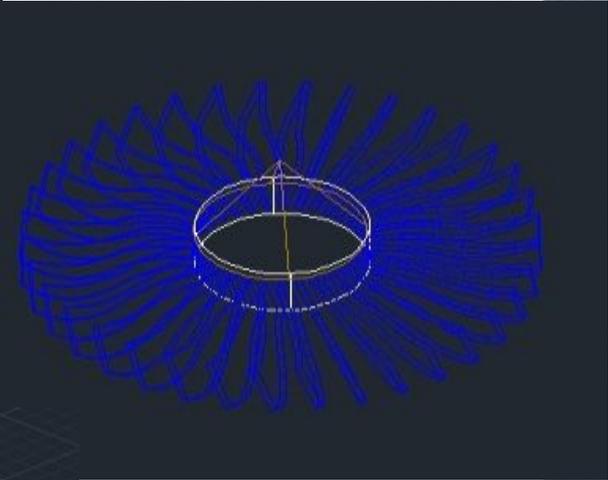
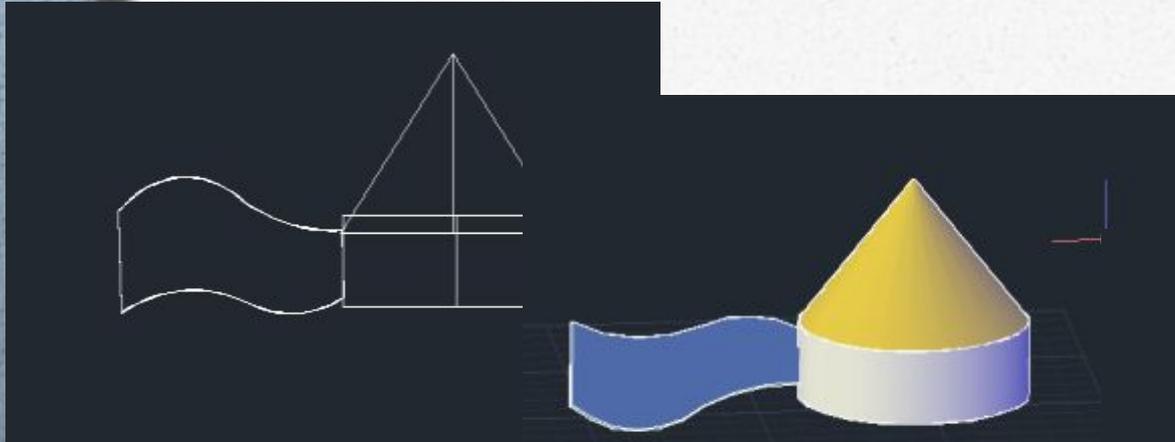
72-00-00 Page 5  
BASIC ENGINE Dec 00

TOC

- o Planificar la recopilación de información obtenida para la construcción del prototipo analizando material adecuado, dimensiones



*o* Diseñar mediante la información obtenida a través de planos en AutoCAD la correcta estructura y aplicación de las dimensiones analizadas por medio de una escala.



o Adquirir los materiales necesarios como también herramientas, máquinas y equipos para elaborar la construcción del Prototipo de Motor CFM56 estructuralmente.



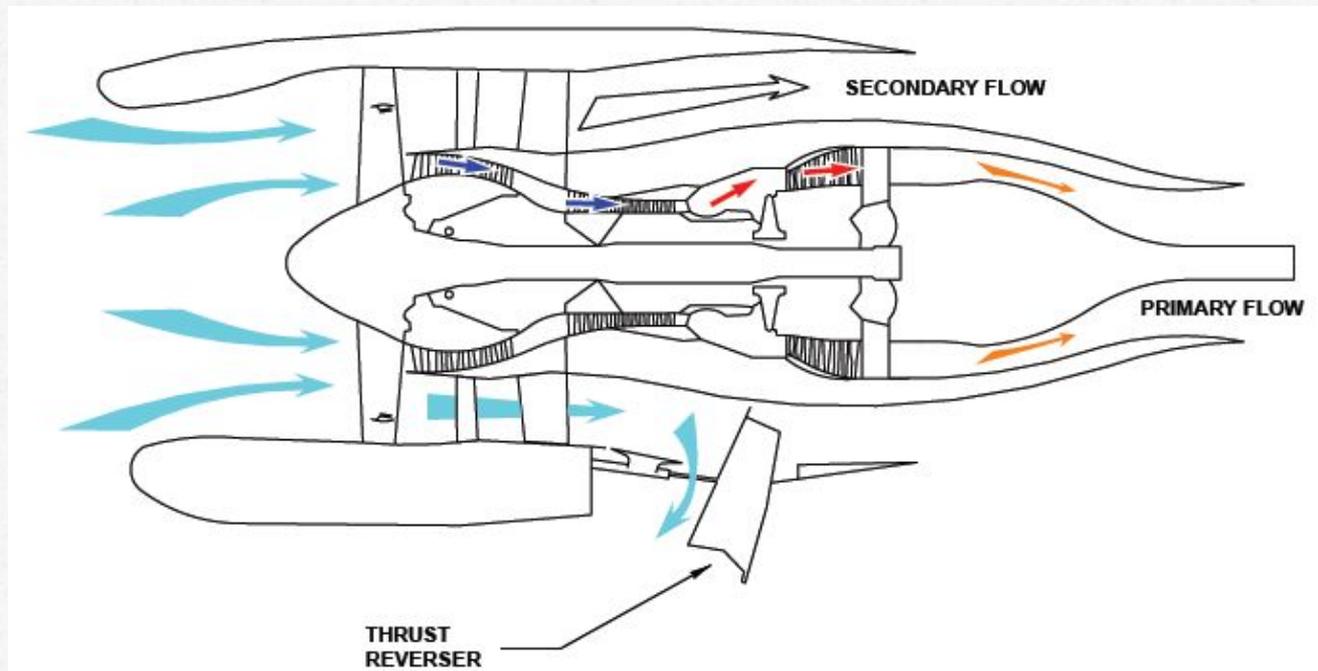
*o* Construir el prototipo una vez ya realizado todos los estudios pertinentes y habiendo obtenido los materiales, herramientas, equipos y máquinas que se necesita.



- o Realizar pruebas de funcionamiento del prototipo utilizando pruebas de tiempo de funcionamiento y precisión al momento de operación del mismo.

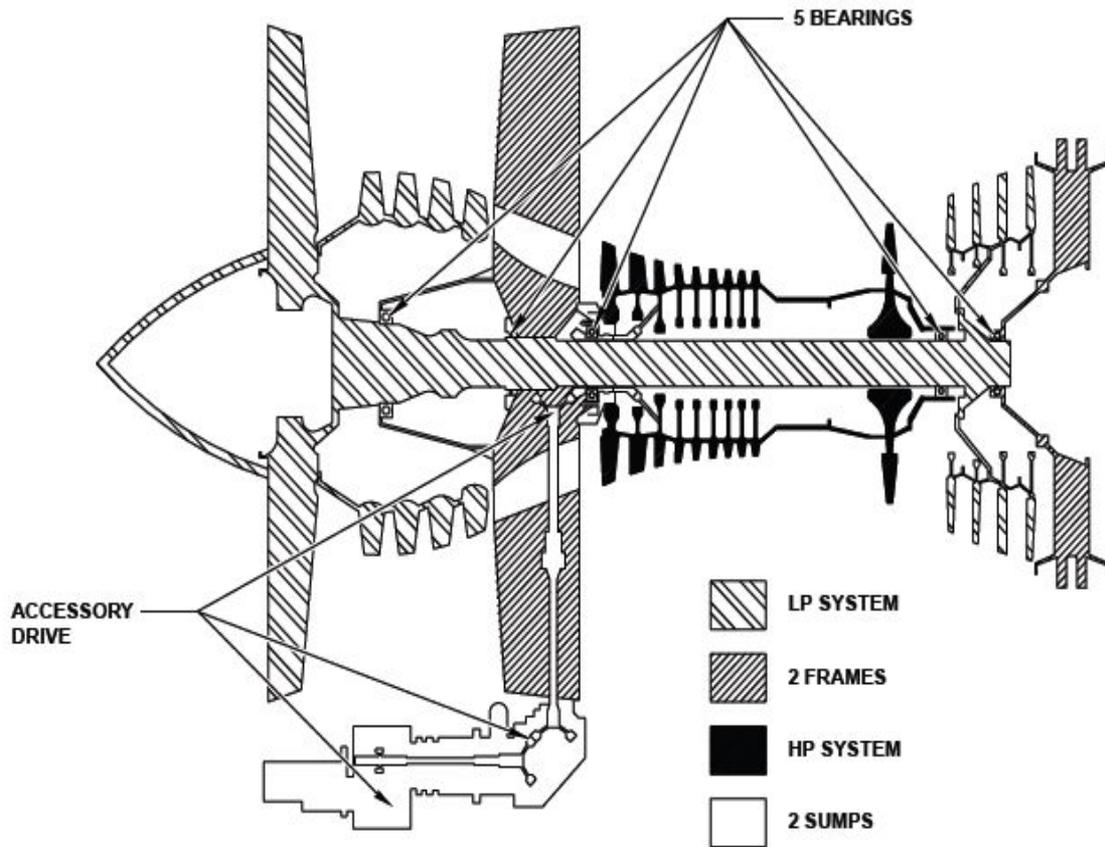


MOTOR CFM56



<b>ENGINE</b>	<b>THRUST (lbs)</b>	<b>THRUST (kg)</b>
CFM56-5B8 CFM56-5B9	21,600 lbs 23,300 lbs	9,800 kg 10,570 kg
CFM56-5B5 CFM56-5B6	22,000 lbs 23,500 lbs	9,980 kg 10,660 kg
CFM56-5B7	27,000 lbs	12,250 kg
CFM56-5B4	27,000 lbs	12,250 kg
CFM56-5B1 CFM56-5B2 CFM56-5B3	30,000 lbs 31,000 lbs 33,000 lbs	13,610 kg 14,060 kg 14,970 kg

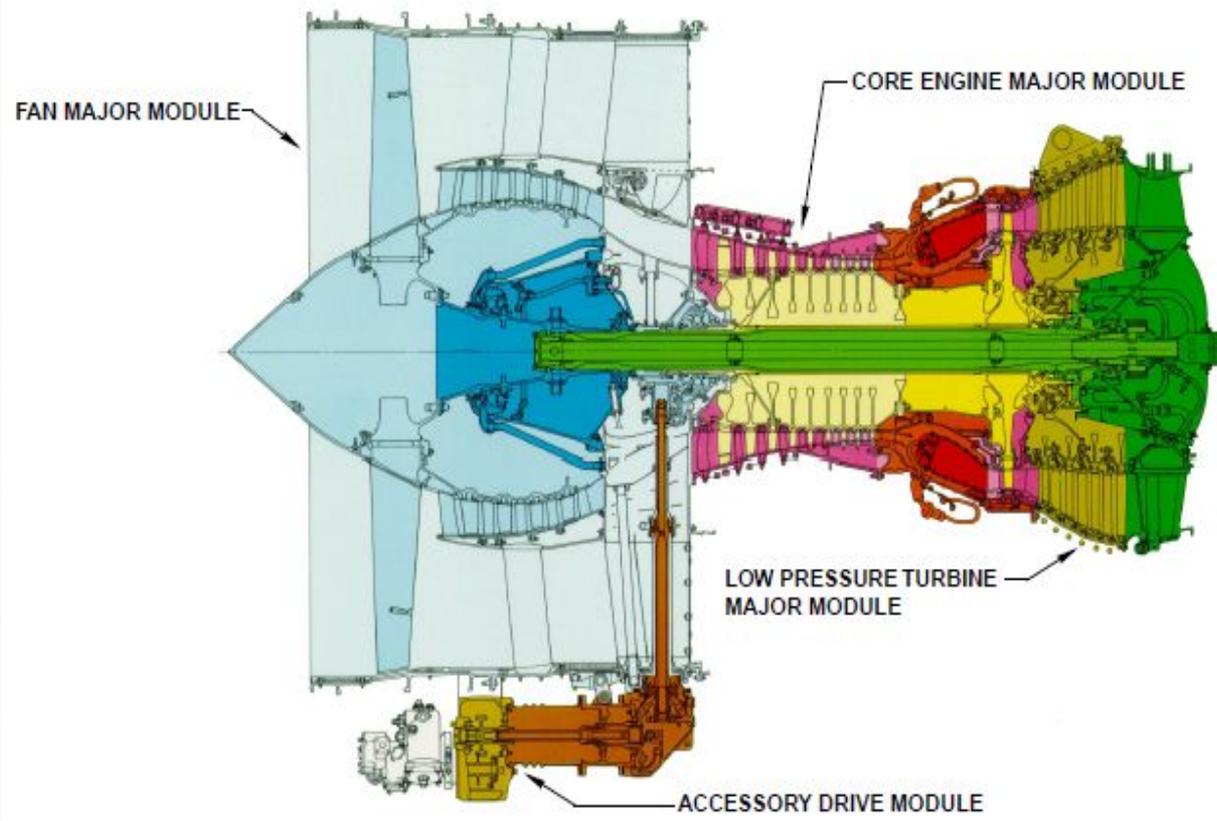
CFM56-5B



ENGINE GENERAL CONCEPT

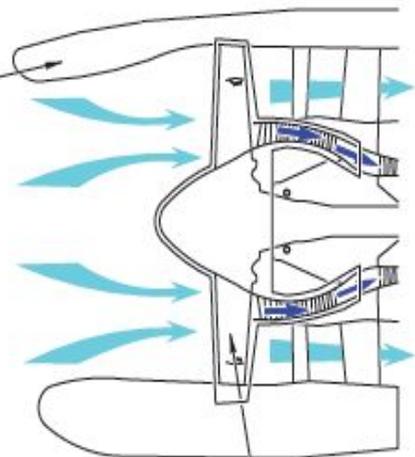
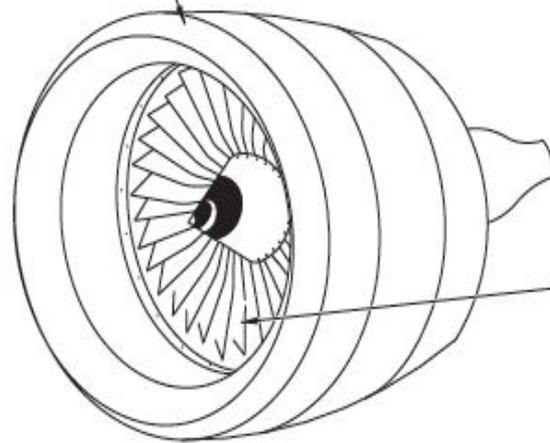
# Los 4 módulos son:

- o El módulo de FAN ALTA
- o El módulo del motor principal del central
- o El módulo de la TURBINA DE BAJA PRESIÓN alta
- o El módulo de TRANSMISIÓN DE ACCESORIOS



**MODULAR DESIGN**

AIR INLET  
COWL



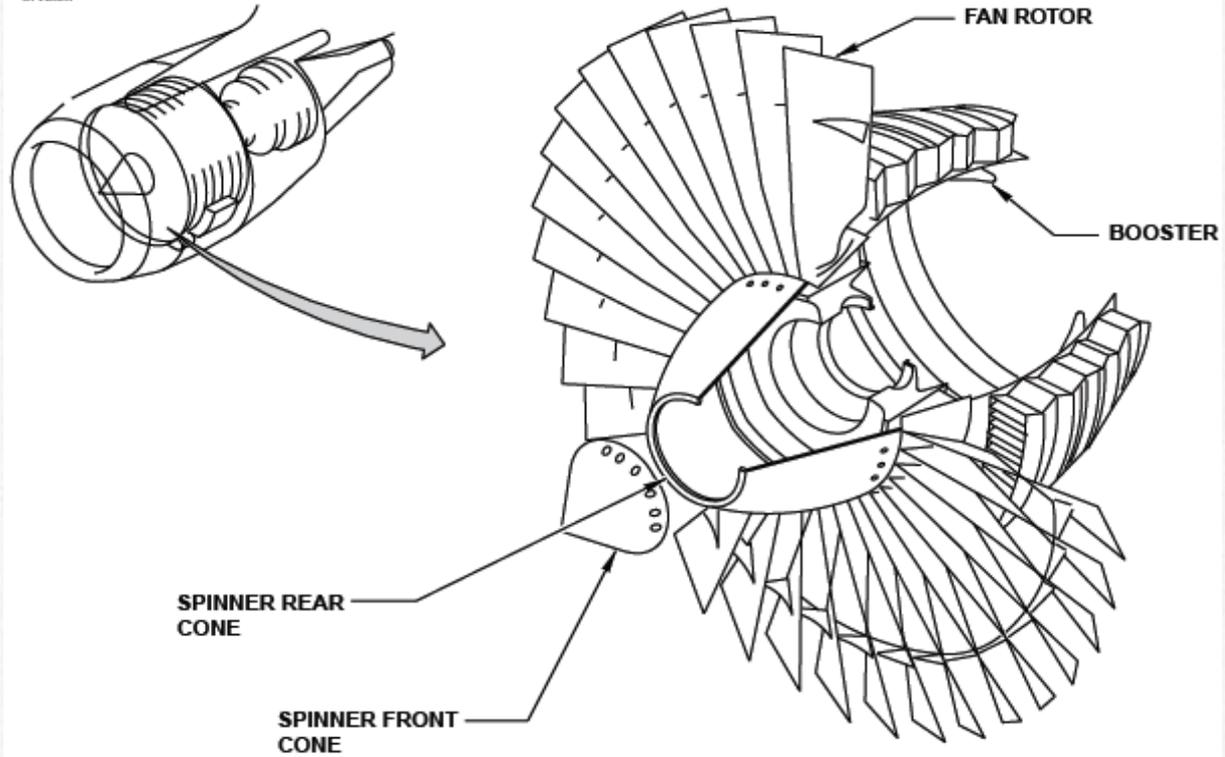
FAN  
SECTION  
MODULE

→ AIR OVERBOARD  
→ AIR TO THE BOOSTER

FAN SECTION

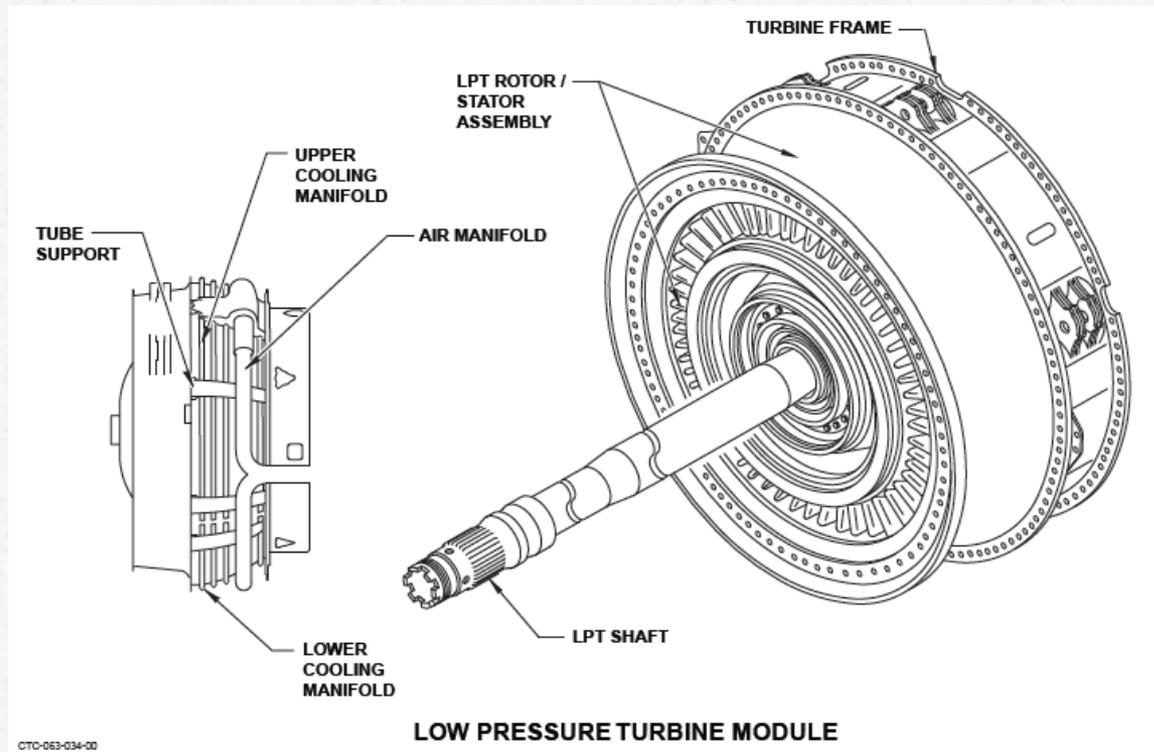
# Fan y módulo de seguridad

- o El módulo del fan y compresor se compone de:
- o Un spinner front cone
- o Un spinner rear cone
- o Una etapa de rotor del FAN
- o Un compresor de cuatro etapas axial

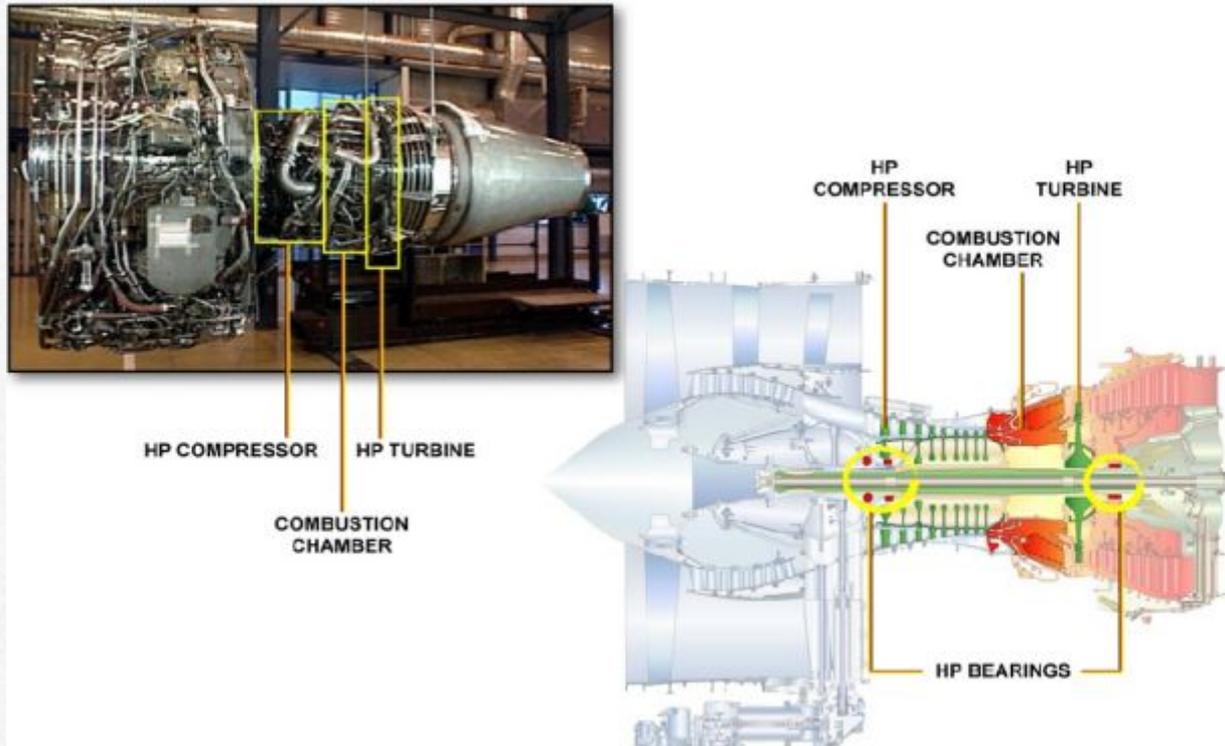


**FAN AND BOOSTER DESIGN**

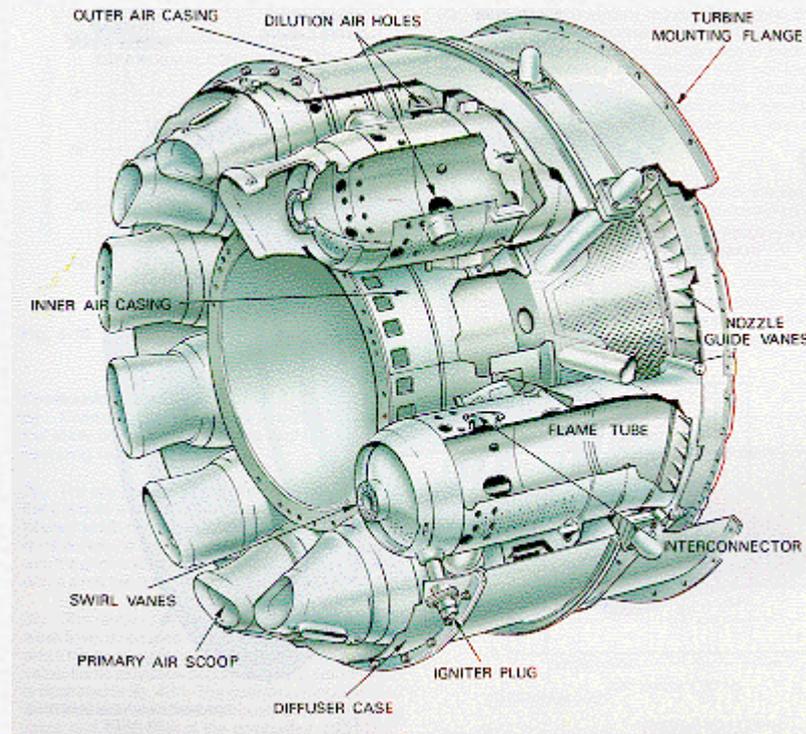
# Módulo básico del motor principal



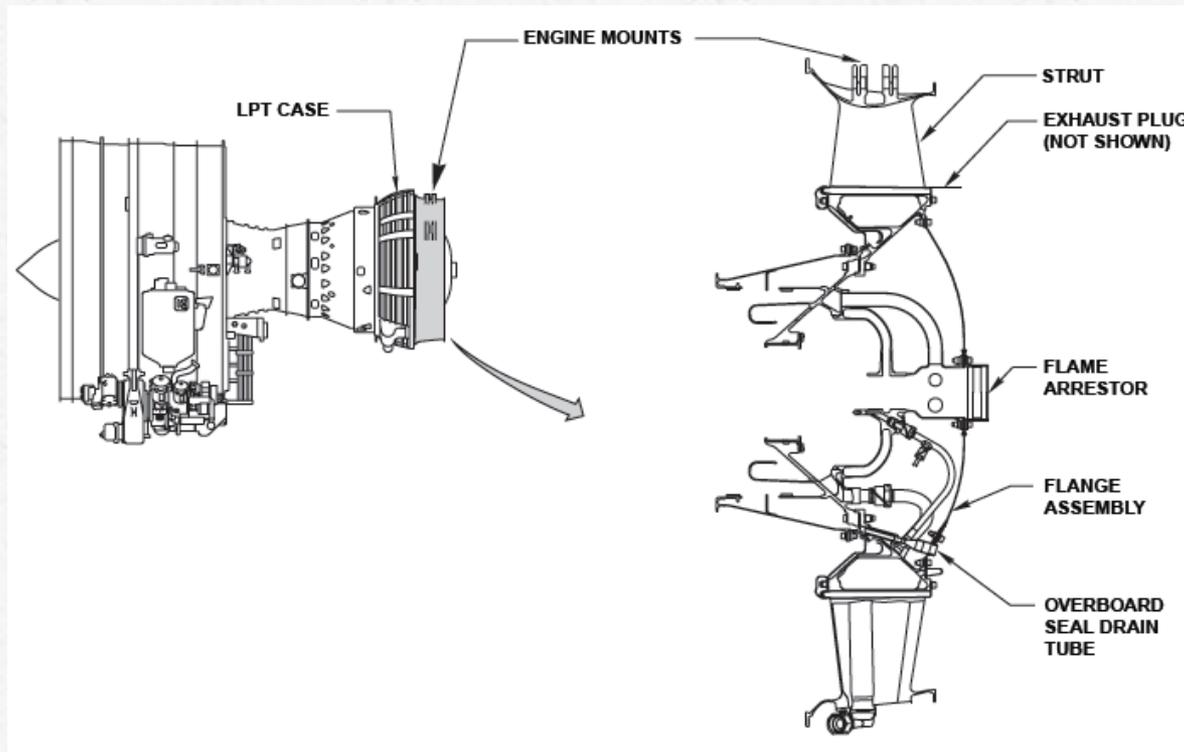
# Compresor de baja presión (LPC)



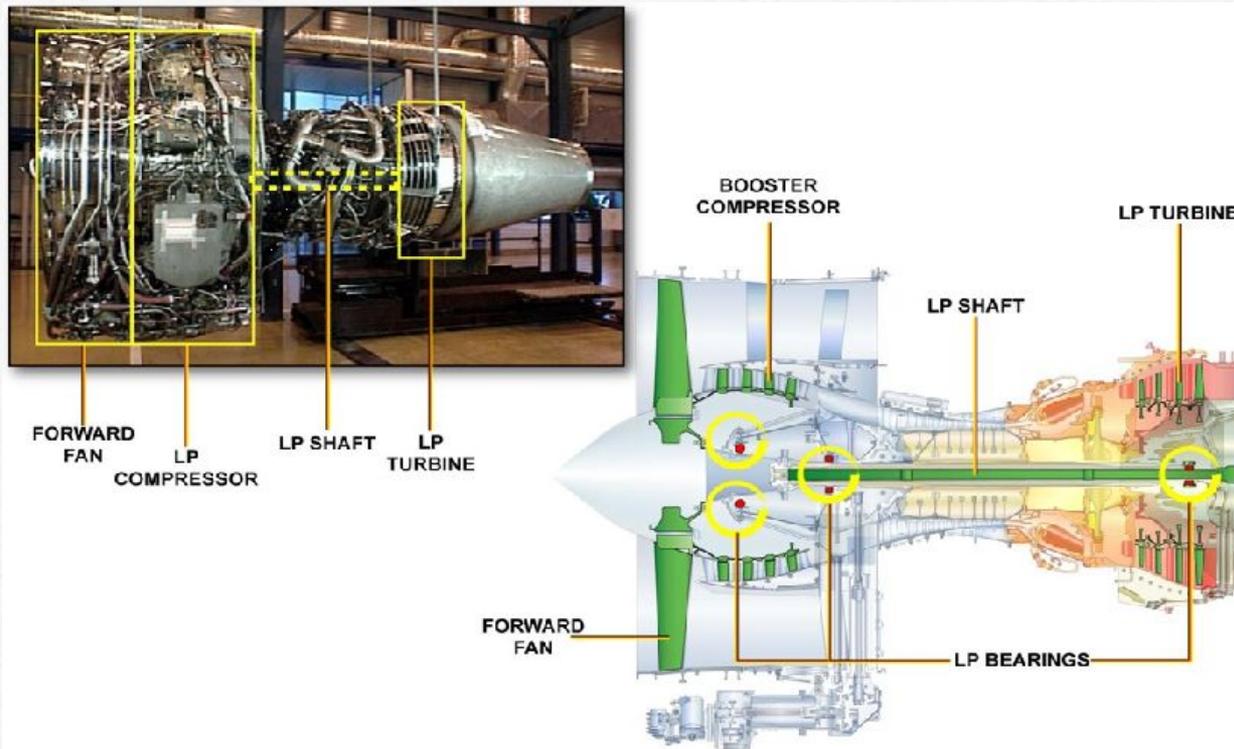
# Cámara de combustión



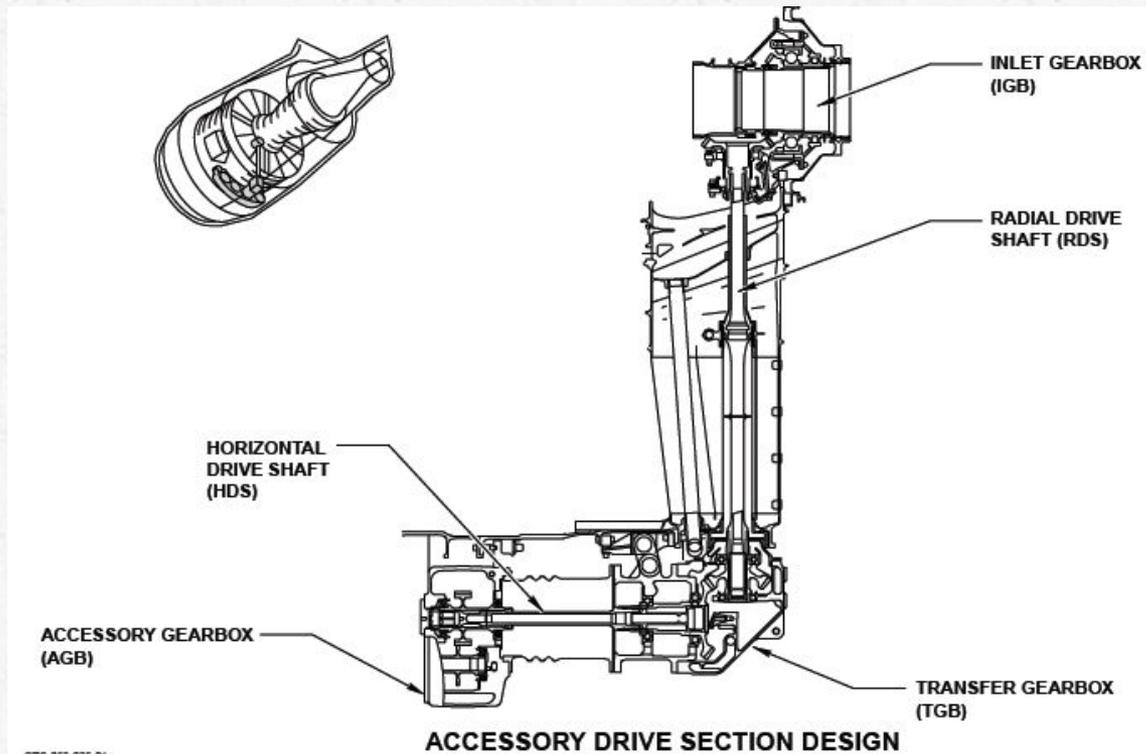
# Sección turbina



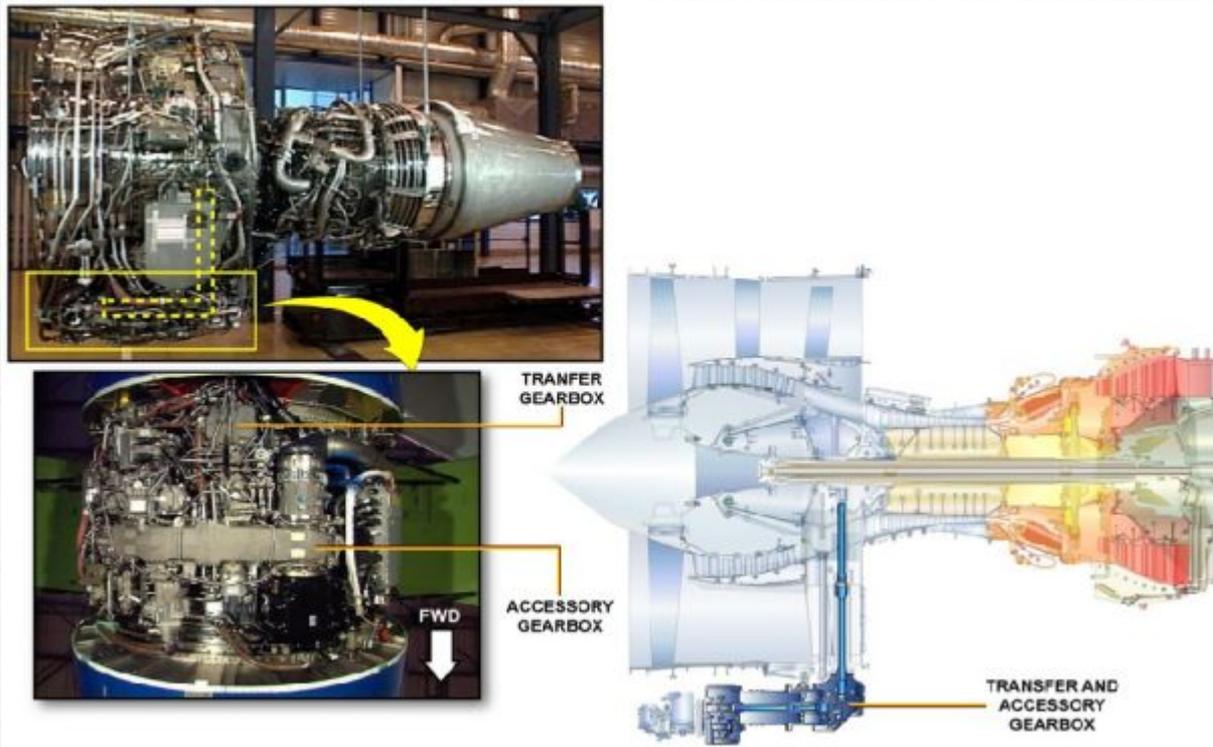
# Turbina (LPT).



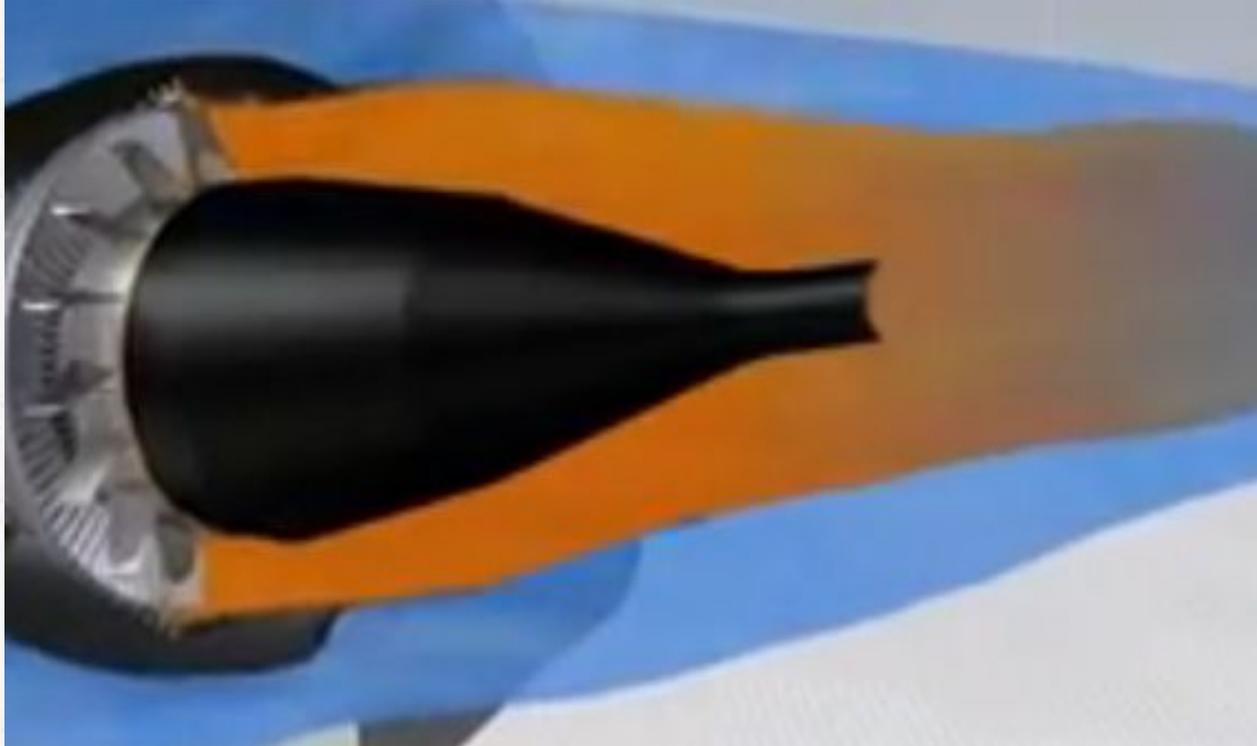
# Sección de la unidad de accesorios



# La caja de accesorios (AGB)



# Escape



# CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR CFM56

	CFM56-7B	CFM56-5B	CFM56-5C	CFM56-5A	CFM56-3	CFM56-2
Max. Empuje(kgf)	12.400	14.980	15.430	12.000	106.070	10.900
Aplicaciones	737-600/- 700/-800/-900	A318, A319, A320 Y A321	A340- 200/300	A320	737- 300/-400/- 500	KC-135R, C- 135R,E-3, KE-3A Y DC8-70

# Construcción del prototipo de Motor CFM56

# Principios básicos de construcción

- o Materiales
- o Escalas y dimensiones
- o Tipo de motor
- o Traslado

# Descripción del prototipo de Motor CFM56

- o El prototipo que asemeja estructuralmente al Motor CFM56 y el funcionamiento de sus cámaras está construido de varios materiales entre livianos y pesados

# Partes del prototipo de motor CFM56

- o Turbo Fan y Compresor de alta
- o Compresor de Baja - Turbina de Alta y de Baja
- o Cámaras de Combustión
- o Soporte - Motor AC y sistema de Poleas
- o Controles Eléctricos y cableado

## DIMENSIONES DEL PROTOTIPO

N°	ALTURA(cm)	ANCHO(cm)	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	57cm	57cm-55.5cm- 53.5cm	Turbo Fan y Compresor de alta	Hierro Dulce y Fibra de vidrio
2	45.3cm	35.6cm	Compresor de Baja	Hierro Dulce y Fibra de vidrio
3	44cm	48cm	Turbina de Alta y de Baja y cámara de combustión	Hierro dulce galvanizado, Acero galvanizado Y fibra de vidrio
4	106cm-72.5cm	59.5cm	Soporte	Acero galvanizado

Descripción del accionamiento  
del prototipo

Tabla de proceso de construcción de la estructura del Prototipo de Motor CFM56

N1°	Proceso	Herramientas-Equipo-Maquina		
		H	E	M
1	Medición	H1-H10		M3
2	Trazado	H10		
3	Corte	H11-H12		
A1	INSPECCIÓN VISUAL DIMENSIONES			
4	Ensamblaje			M1
5	Suelda			M1
6	Lijado	H11		M3
A2	INSPECCIÓN VISUAL SUELDA Y IRREGULARIDADES			
7	Masillado en Fibra	H13		
8	Lijado	H11		M3
A3	Inspección Estética			
9	Lijado de agua	H11		M3
10	Pintura		E2	
A4	INSPECCIÓN FINAL			
P1	Estructura del Prototipo de Motor CFM56			

Tabla de proceso de construcción de la estructura del Prototipo de Motor CFM56

N1°	Proceso	Herramientas-Equipo-Maquina		
		H	E	M
1	Medición	H1-H10		M3
2	Trazado	H1-H10		
3	Corte	H11-H12		
A1	INSPECCIÓN VISUAL			
4	Ensamblaje			M1
5	Suelda			M1
6	Lijado	H11		M3
A2	INSPECCIÓN VISUAL SUELDA Y IRREGULARIDADES			
7	Pintura		E2	
A3	INSPECCIÓN FINAL			
P2	Estructura del Prototipo de Motor CFM56			

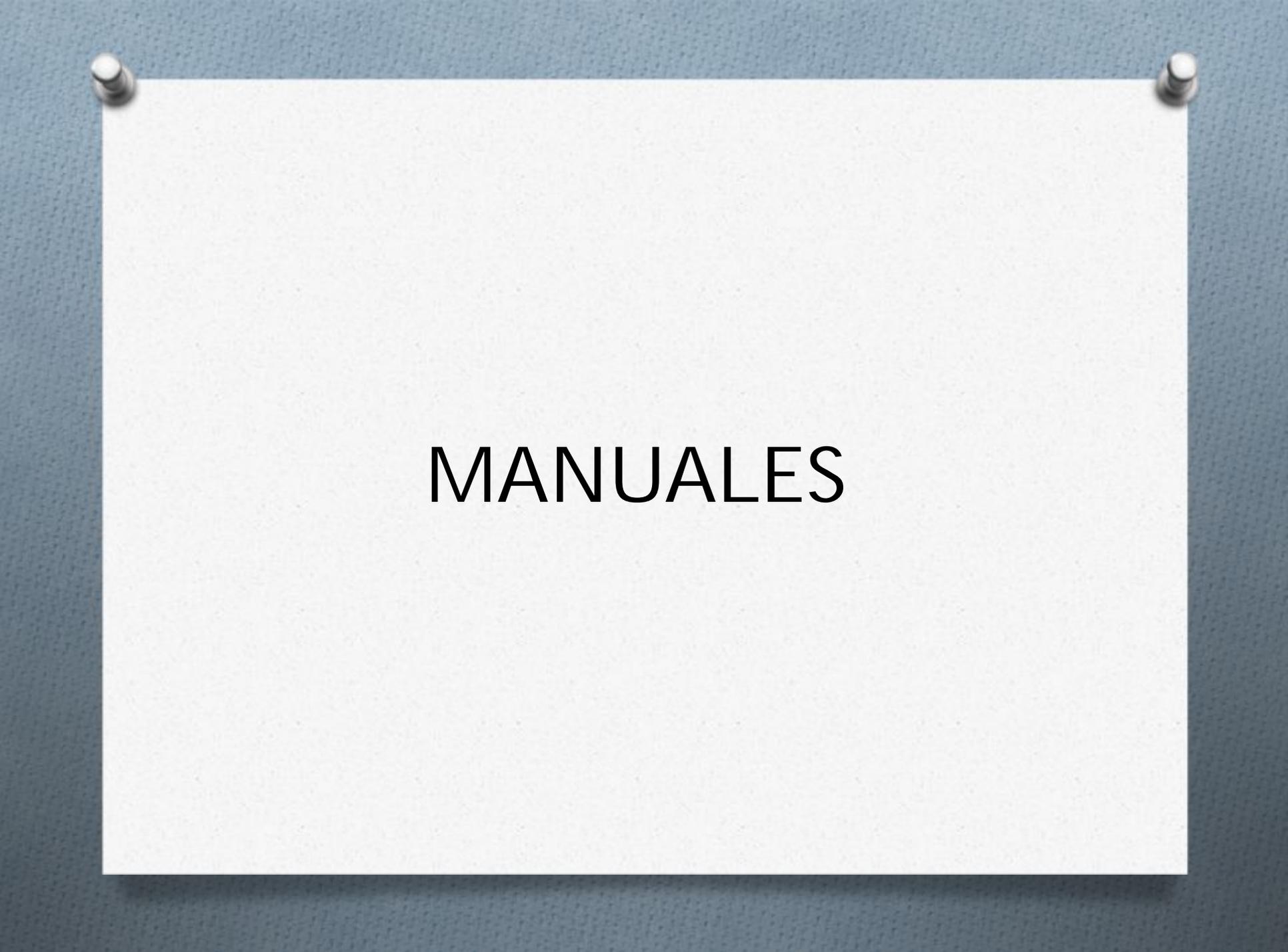
Tabla de proceso de construcción de la estructura del Prototipo de motor CFM56

N1°	Proceso	Herramientas-Equipo-Maquina		
		H	E	M
1	Medición	H1- H10		M3
2	Corte	H11- H12		
3	Pre ensamble			
4	Soldadura			M1
A1	INSPECCION VISUAL ALINEACION, DIMENSION Y SUELDA			
5	Medición y trazado de refuerzos	H1- H10		
6	Corte	H12		M3
7	Pre ensamble	H10		M1
8	Soldadura			M1
9	Limpieza de escorias y pulido			M3
A2	INSPECCION SUELDAS			
10	Lijado	H11		M3
A3	INSPECCION DE IRREGULARIDADES			
11	Pintura		E2	
A4	INSPECCION FINAL			

## Tabla de proceso de construcción de funcionamiento electrónico

N1°	Proceso	Herramientas-Equipo-Maquina		
		H	E	M
1	Medición	H1-H10		M3
2	Trazado	H1-H10		
3	Corte	H11- H12		
4	Pelado de cables			
A1	INSPECCION DE CORRIENTE			
5	Empalme	H6-H8- H7-H10		
6	Conexión	H7-H8- H10		
7	Ensamblaje	H7		
A2	INSPECCION FINAL			
P4	Funcionamiento Electrónico			

ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE OPERACIÓN DEL PROTOTIPO DE MOTOR CFM56	
PRUEBA (a)	
Sistema completo	Si
Tiempo transcurrido	15
Número de pruebas	2
PRUEBA (b)	
Sistema completo	Si
Tiempo transcurrido	20
Número de pruebas	2
PRUEBA (c)	
Sistema completo	Si
Tiempo transcurrido	25
Número de pruebas	2



MANUALES

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA	MANUAL DE OPERACIÓN	
	OPERACIÓN DEL PROTOTIPO DE MOTOR CFM56 CONSTRUIDO ESTRUCTURALMENTE; PARA LA APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LOS ALUMNOS EN LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCION MOTORES	Código:  LMB-MI-28
	Elaborado por: Alfredo Herrera	Revisado: N°: 1
	Aprobado por: ING. Rodrigo Bautista	FECHA: 30 Jun 2014

#### 1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de Operación del Prototipo de Motor CFM56 construido estructuralmente.

#### 2. ALCANCE

Proporcionar el material necesario para la operación del prototipo

3. NOMBRE DEL EQUIPO: PROTOTIPO DE MOTOR CFM56 CONSTRUIDO ESTRUCTURALMENTE

#### 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- ❖ Longitud 135,5cm
- ❖ Ancho 61cm
- ❖ Altura 163,3cm

5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Sin documentos de referencia

#### 6. PROCEDIMIENTOS

6.1 Revisar que los toma corrientes se encuentren en buen estado y libre de obstrucción.

6.2 Verificar el estado del cable de poder que no se encuentre pelado

6.3 Verificar que el prototipo este conectado en un toma corriente de 110v AC.

6.6 El encendido del prototipo se lo realiza por medio del interruptor master que se encuentra en el panel eléctrico



Figura 3.20: Interruptor

6.7 Encender el interruptor encontrado en el panel de control.

6.8 Al accionarse el motor AC simula el arranque a reacción del motor transmitiendo movimiento circular entre el sistema de poleas por medio de la banda de caucho actuando como la gearbox, y así alimentando de energía cinética al eje coaxial que moverá las etapas de turbo fan, compresión y turbina, además la bombilla que representa las cámaras de combustión.

6.8 El tiempo máximo de operación es de diez minutos

Firma del responsable: \_\_\_\_\_

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	
	OPERACIÓN DEL PROTOTIPO DE MOTOR CFM56 CONSTRUIDO ESTRUCTURALMENTE; PARA LA APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LOS ALUMNOS EN LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCION MOTORES DEL ITSA	Código:  LMB-MI-28
	Elaborado por: Alfredo Herrera	Revisado: Nº: 1
	Aprobado por: ING. Rodrigo Bautista	
		FECHA: 30 Jun 2014

**1. OBJETIVO**  
Documentar los procedimientos de Seguridad del Prototipo de Motor CFM56 construido estructuralmente.

**2. ALCANCE**  
Proporcionar el material necesario de seguridad para la operación satisfactoria del prototipo sin que exista incidentes

**3. NOMBRE DEL EQUIPO:** PROTOTIPO DE MOTOR CFM56 CONSTRUIDO ESTRUCTURALMENTE

**4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

- ✦ Longitud 135,5cm
- ✦ Ancho 61cm
- ✦ Altura 163,3cm

**5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** Sin documentos de referencia

**6. PROCEDIMIENTOS**

6.1 Utilizar overol, gafas de seguridad y guantes de cuero.



Figura 3.21: Equipo de seguridad

6.2 Revisar que no se encuentren FOD en el prototipo y retirarlos.  
6.2 Al encender verificar que ninguna persona este demasiado cerca de la etapa de turbina



Figura 3.22: Etapa Turbina

6.3 No colocar las manos en el sistema de poleas y la banda de caucho



Figura 3.23: Poleas y banda

6.4 Verificar el estado del cableado  
6.5 No conectar el cable de poder a tomas de energía mayor a la indicada 110v AC.



Figura 3.24: Toma corriente

6.6 verificar el tiempo de uso al cual puede ser expuesto el prototipo (diez minutos)  
6.7 Evitar en todo momento que el prototipo este en contacto con el agua el prototipo  
6.8 Al realizar el mantenimiento asegurarse que este desconectado  
6.9 Al momento de limpiarlo utilizar guantes de cuero sobretodo en la etapa compresora y turbina.

Firma del responsable: \_\_\_\_\_

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	
	OPERACIÓN DEL PROTOTIPO DE MOTOR CFM56 CONSTRUIDO ESTRUCTURALMENTE; PARA LA APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LOS ALUMNOS EN LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCION MOTORES DEL ITSA	Código:  LMB-MI-28
	Elaborado por: Alfredo Herrera	Revisado:  Nº: 1
	Aprobado por: ING. Rodrigo	FECHA: 30 Jun
	Bautista	2014

### 1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de Mantenimiento del Prototipo de Motor CFM56 construido estructuralmente.

### 2. ALCANCE

Guiar a través de procesos de Mantenimiento para la preservación y prevención de averías del prototipo

**3. NOMBRE DEL EQUIPO:** PROTOTIPO DE MOTOR CFM56 CONSTRUIDO ESTRUCTURALMENTE

### 4. DEFINICIONES

Se debe realizar una limpieza continua del prototipo de agentes externos como polvo virutas etc. sobre la superficie además de especial cuidado del motor AC.

**5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** Sin documentos de referencia

### 6. PROCEDIMIENTOS

En el proceso de mantenimiento se debe tomar en cuenta el factor tiempo debido a que es muy importante en el sentido del proceso de deterioro de su vida útil por uso y factores ambientales.

#### 6.1 Mantenimiento Trimestral

6.1.1 Realizar una inspección visual al motor y componentes dentro de la estructura  
6.1.2 Limpiar con un paño húmedo solo la estructura sin tocar el Motor de Corriente AC

6.1.3 Limpiar con un cepillo dentro de la estructura del fan utilizando guantes de cuero por los alabes para evitar raspones.

6.1.4 Revisar y cambiar de ser necesario la bombilla de la cámara de combustión

#### 6.2 Mantenimiento Semestral

6.2.1 Revisar y verificar el cableado eléctrico e interruptores en su totalidad

6.2.2 Revisar las ruedas de soporte móvil

6.2.3 Revisar la banda del sistema de poleas, estado de expansión y resistencia

6.2.4 Limpiar y pasar un trapo humedecido con ~~reservante~~ reservante metálico

#### 6.3 Mantenimiento Anual

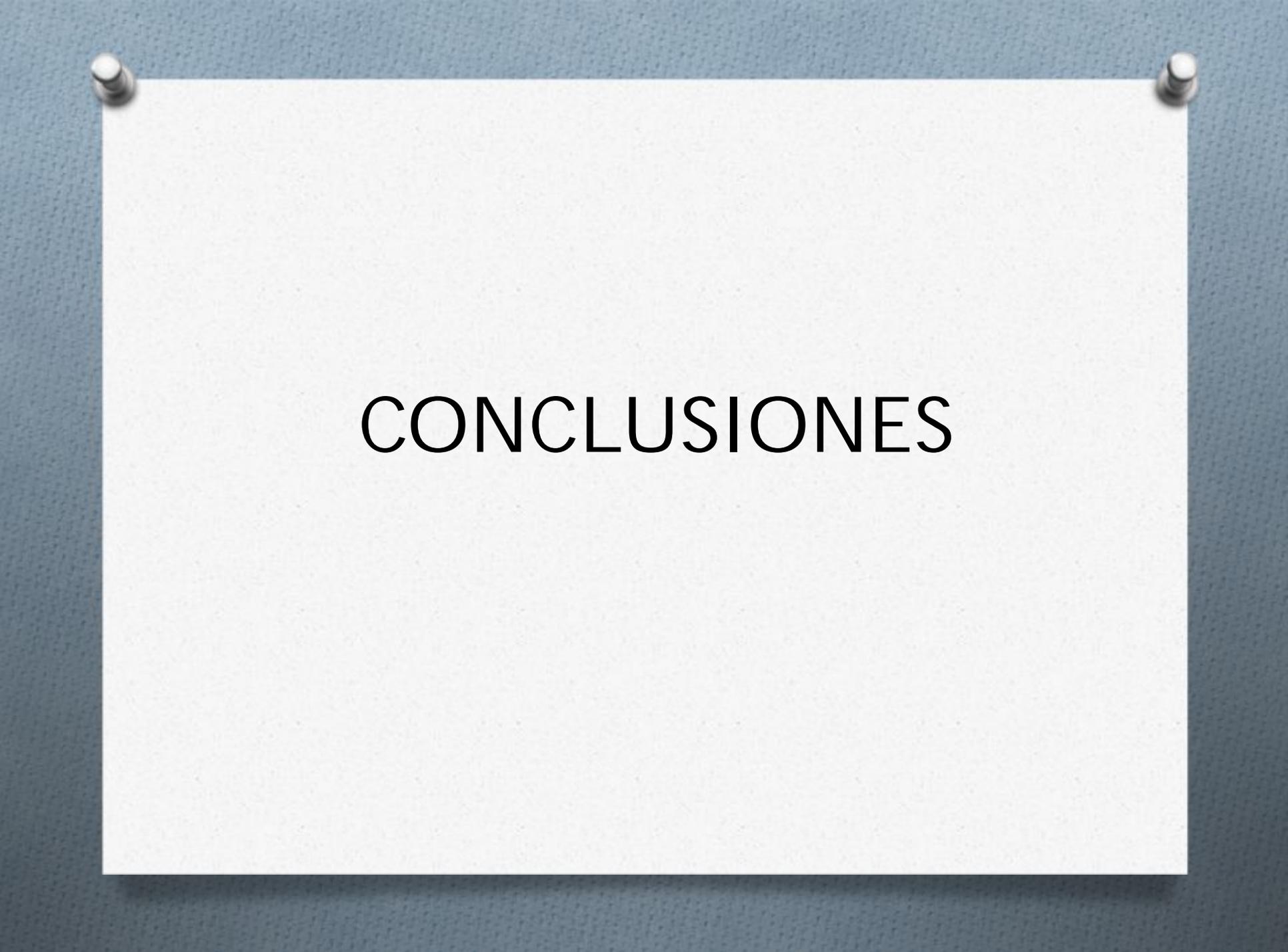
6.3.1 Verificar el estado del soporte sobre todo puntos de soldadura

6.3.2 Revisar corrosión y oxidación y de ser necesario volver a pintar

6.3.3 Realizar una inspección del motor AC puntos de conexión y poleas

6.3.4 Realizar un cambio de la banda de caucho

Firma del responsable: \_\_\_\_\_



**CONCLUSIONES**

- o SE ESTABLECIÓ INFORMACIÓN ACERCA DEL MOTOR CFM56
- o
- o SE ANALIZÓ LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN OBTENIDA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO ANALIZANDO MATERIAL ADECUADO, DIMENSIONES Y PESO.
- o
- o SE ELABORÓ MEDIANTE LA INFORMACIÓN OBTENIDA A TRAVÉS DE AUTOCAD LA CORRECTA ESTRUCTURA Y EL TAMAÑO ADECUADO.
- o

- o SE ADQUIRIÓ LOS MATERIALES NECESARIOS COMO TAMBIÉN HERRAMIENTAS, MÁQUINAS Y EQUIPOS PARA ELABORAR LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE MOTOR CFM56 ESTRUCTURALMENTE.
- o
- o SE CONSTRUYÓ EL PROTOTIPO UNA VEZ YA REALIZADO TODOS LOS ESTUDIOS PERTINENTES Y HABIENDO OBTENIDO LOS MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MÁQUINAS QUE SE NECESITA.
- o
- o SE REALIZÓ PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO UTILIZANDO PRUEBAS DE TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO Y PRECISIÓN AL MOMENTO DE OPERACIÓN DEL MISMO.
- o

# RECOMENDACIONES

- o*
- o* El prototipo deberá ser usado solo con fines didácticos y de aprendizaje.
- o*
- o* Para el correcto uso del prototipo se deberá utilizar los manuales guía para así no terminar pronto con la vida útil del mismo además de las medidas de seguridad que hay que seguir para evitar cualquier tipo de incidente.
- o*
- o* Realizar las tareas de mantenimiento según lo especificado por tiempo y para evitar averías o deterioro del mismo.
- o*
- o* Se recomienda la utilización del PROTOTIPO DE MOTOR CFM56 CONSTRUIDO ESTRUCTURALMENTE PARA LA APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LOS ALUMNOS EN LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA DEL ITSA".
- o*
- o*