

# JORNADA SOBRE Fiabilidad y Mantenibilidad en Defensa

Madrid, 11 de septiembre de 2013



# ***Mantenibilidad. Garantías de Seguridad y Fiabilidad Inherentes.***

**Alvaro Sánchez**

Jefe de Sección RMTr

**ITP**



# Definición de Mantenibilidad

MIL-STD-721C :

“Habilidad de un producto para ser retenido o restaurado a una condición especificada cuando el mantenimiento es desarrollado por personal que tiene un nivel de conocimiento especificado, utiliza procedimientos y recursos preescritos en cada nivel preescrito de mantenimiento y reparación”.

Design Driver del Diseño.

# Definición de Mantenimiento

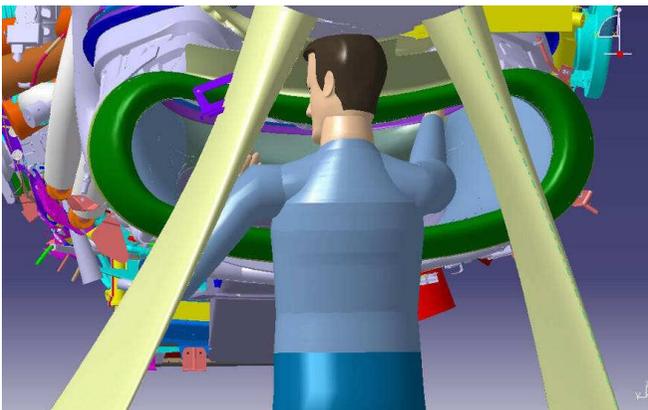
“Aquellas acciones encaminadas a restaurar o mantener un producto en condiciones de uso incluyendo servicing, reparación, modificación, overhaul, inspección y determinación de condición”

- Mantenimiento Preventivo o Programado, en intervalos definidos con objeto de incrementar la vida operacional del producto y mantenerlo en condiciones seguras de uso.
- Mantenimiento Correctivo o No programado, para corregir defectos o mal funcionamientos conocidos o sospechados y devolver al producto a sus condiciones de uso.

Resultado de la Influencia de Mantenibilidad...

# M Inherente VS M Operacional

## Mantenibilidad Inherente



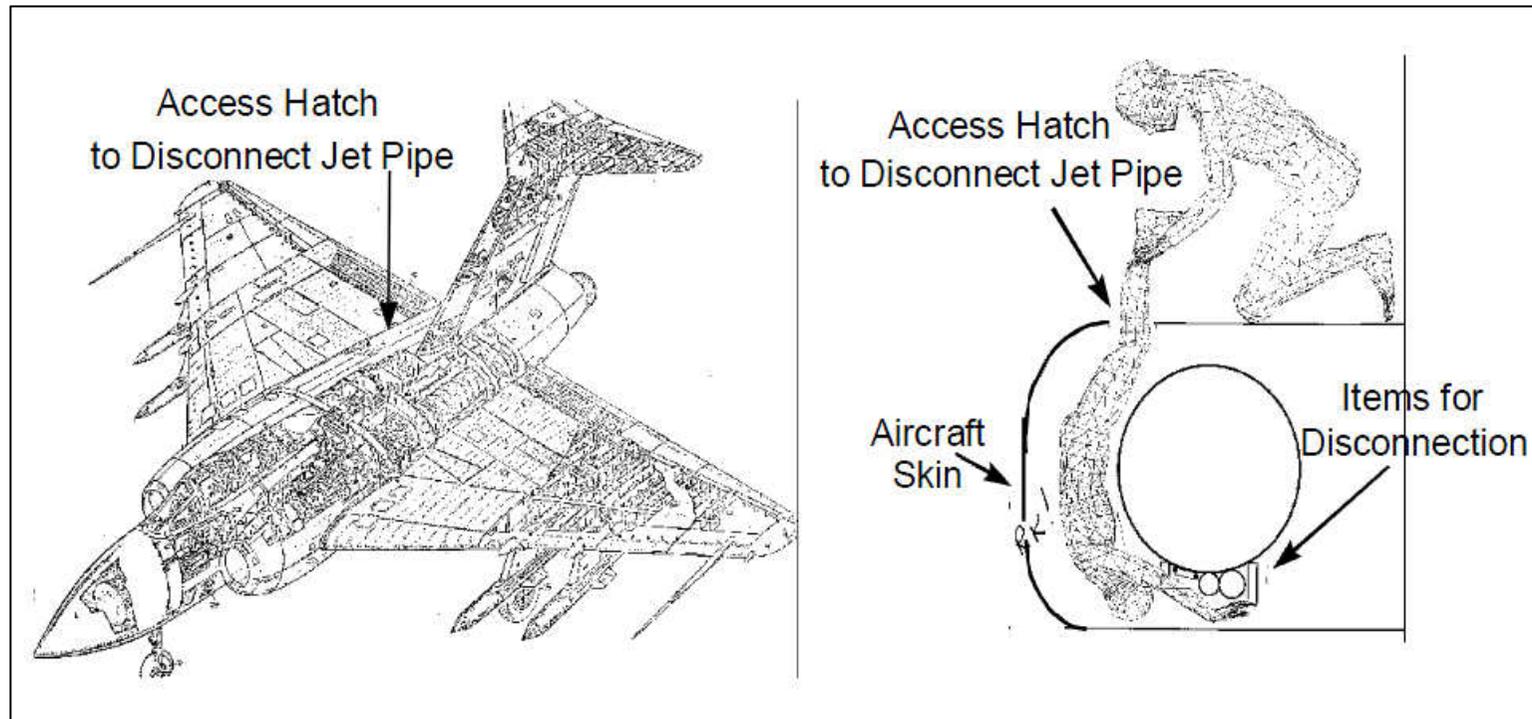
## Mantenibilidad Operacional



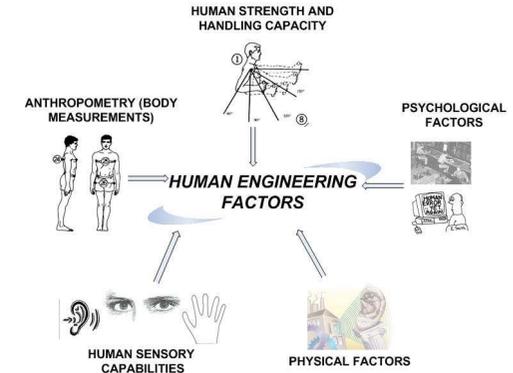
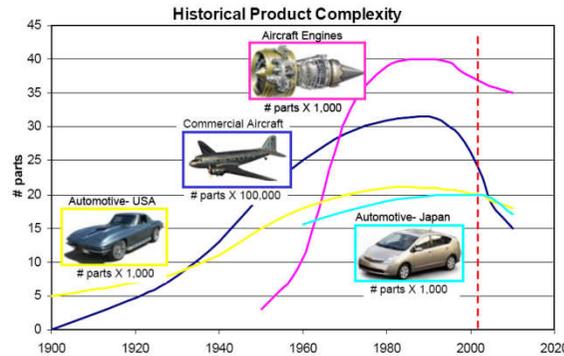
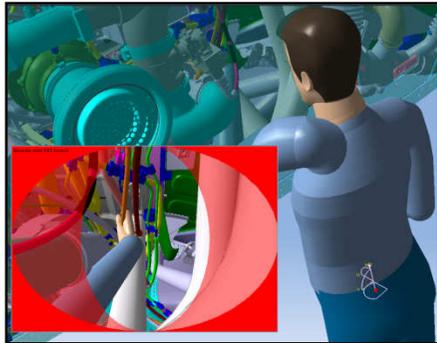
- Utillaje Especial (AGE)
- Entrenamiento
- Publicaciones Técnicas
- Instalaciones
- Gestión de Material
- Cadena de suministro
- .....



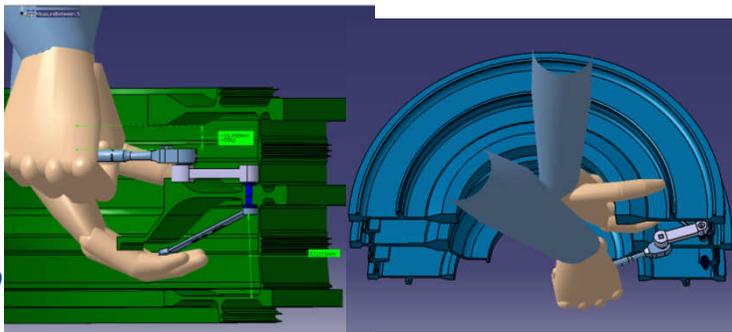
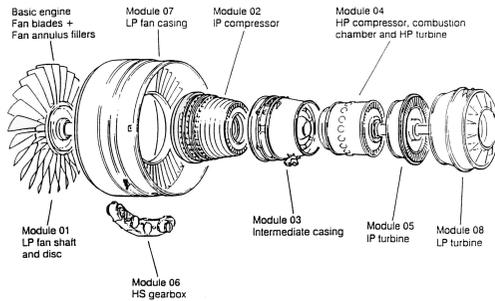
# Objetivos de la Mantenibilidad



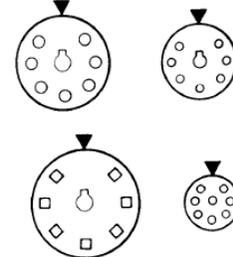
# Objetivos de la Mantenibilidad



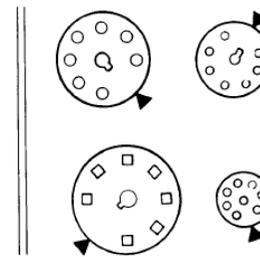
Accesibilidad; Visibilidad;  
 Simplicidad; Intercambiabilidad;  
 Modularización; Identificación y  
 Etiquetado; Mantenimiento de  
 Servicing, Preventivo, Correctivo;  
 Factores Humanos; Entorno de  
 Mantenimiento.



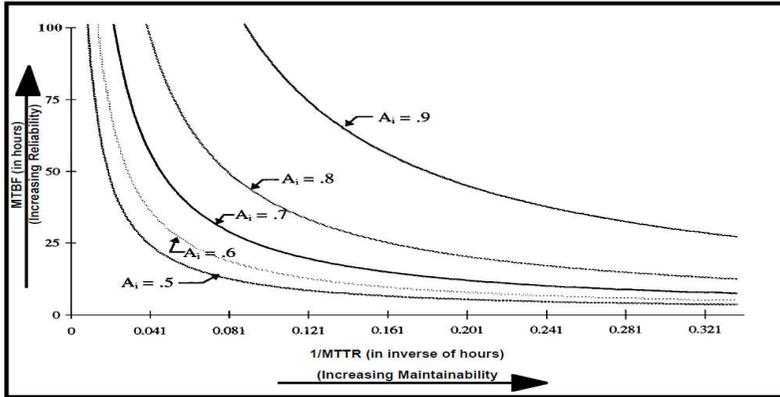
Use This



Not This



# Objetivos de la Mantenibilidad



$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$$

Where:  
 MTBF is the mean time between failure  
 MTTR is the mean time to repair  
 Ai is the Inherent Availability

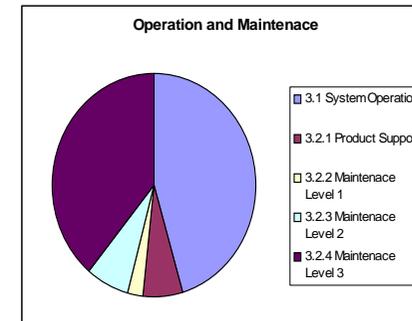
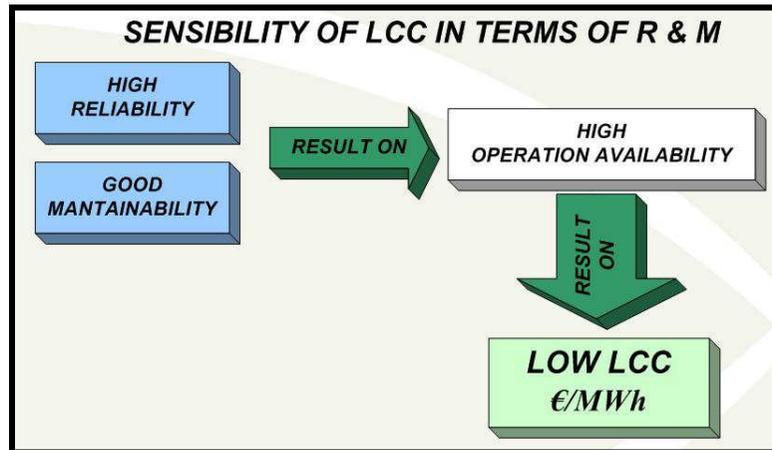
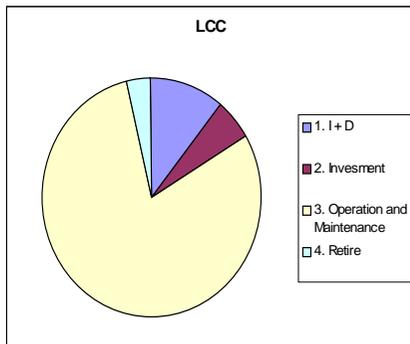
$$A_o = \frac{MTBM}{MTBF + MDT}$$

Where:  
 MTBM is the mean time between maintenance  
 MDT is the mean downtime  
 Ao is the Operation Availability

## MSG3 / TROUBLESHOOTING

✓ Definición de características en el diseño que eviten la posibilidad de cometer errores de Mantenimiento que pudieran concluir en problemas de seguridad tanto para el equipo como para el personal.

✓ Definición de procedimientos de Mantenimiento que no comprometan ni la seguridad del equipo ni la del personal que lo mantiene.



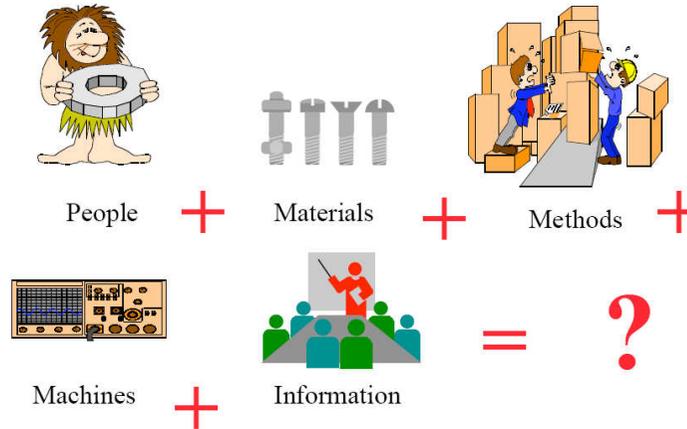
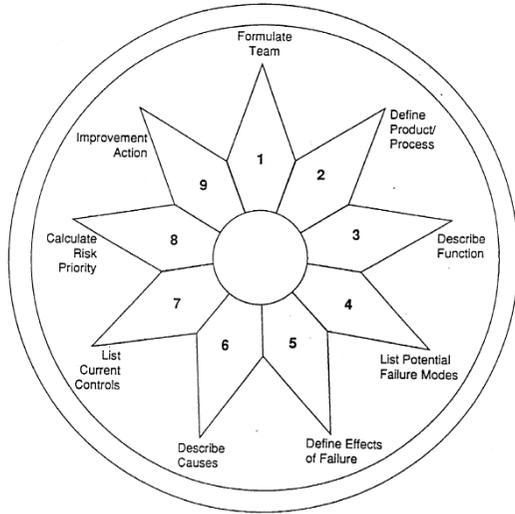
## Process FMEA

Stealth fighter crash blamed  
on four missing wing bolts

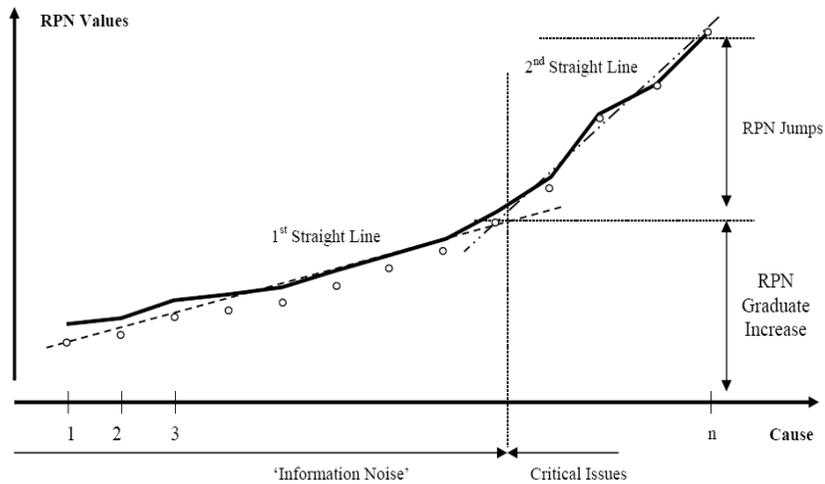


Sept 14, 1996 Crash  
\$42M Plane Lost  
Four out of five 1" fasteners omitted  
Concealed by stiffner plate

# Process FMEA



$$RPN = S \times O \times D$$



Item (Failure Mode & Cause)	Recommended Corrective Action	Current Vs. Expected									F	$\frac{\Delta RPN}{F}$	Corrective Action's Priority
		S		O		D		RPN					
		Current	Expected	Current	Expected	Current	Expected	Current	Expected	Difference			
Failed Product Due to Insufficient Strength	Change of raw material	9	9	8	1	6	8	432	72	360	8	45	2
	Change of process temperature	9	9	8	4	6	8	432	288	144	2	72	1
	Change of process pressure	9	9	8	4	6	8	432	288	144	5	29	3

$$\frac{RPN_{i\ Before} - RPN_{i\ After}}{F_i} = \frac{\Delta RPN}{F_i}$$

# Process FMEA

ITEM N°.	ASSEMBLY GENERATION OR CONFIGURATION FEATURE	U.I.N.	P G S N	FEATURE AFFECTS				OVER CHECK Y, N	POTENTIAL PROCESS DEFECTS	POTENTIAL FAILURE EFFECTS (CONFIGURATION OR ASSEMBLY)	S I G	C C C	D E I	R P N	REMARKS
				H1	FGHM	FUNC	LIFE								
1	HPT Hub	BD1250	H14-1			Y		N	Damage to seal surfaces & bearing track	Air system leak / Bearing failure	8	3	2	48	
2	Hub protection	Note 3	M1-3			Y		N	Inadequate protection during assy	Damage to bearing track / premature bearing failure	8	3	8	192	
3	HPT Hub / Turbine disc	Note	J7-3	Y		Y		N	Heating temperature control	Material mechanical properties	9	3	9	243	
4	Air Tube cooling	Note	J1-3	Y		Y		N	Temperature control	Crack of thermal barrier coating	7	3	9	201	No effect on air tube material mechanical properties on cooling to -50 C
5	Air tube / Locking ring assy	CD1500	M8-1	Y		Y		N	Assy difficulty due to wrong temp	Subsequent assy difficulties	6	2	2	24	Locking ring mech props not affected by Itq M2
6	Air Tube	CD1500	M8-1			Y		N	Damage during assy	Crack initiation	5	4	5	100	Cannot see outer surface after assembly
7	Sealing Ring	CD1515	M10-1			Y		N	Ring omitted	Hot gas leak	6	2	10	120	
8	Locking Ring	CD1520	M13-1			Y		N	Incorrect assy / Ring omitted	Inadequate locking	7	2	10	140	
9	No + Bearing	DD1337	L15-1	Y		Y		N	Incorrect assy	Premature bearing failure	8	3	6	144	
10	No + Bearing	DD1337	L15-1				Y	N	Bearing contamination	Premature bearing failure	8	2	8	128	
11	Bearing protection	Note 3	M1-3			Y		N	Inadequate protection during assy	Premature bearing failure	8	2	8	128	
12	Diaphragm	ED1200	L13-1			Y		N	Damage during assy	Crack initiation	5	3	4	60	Component considered to be sufficiently heated and cooled as specified in build instructions.
13	Temperature control	Note	J1-3	Y			Y	N	Temperature control of hub	Affects mechanical properties	9	3	9	243	Potential overheating

# Conclusiones de PFMEAs

- Identificar útiles/herramientas.
- Control por plano de tareas sensibles.
- Producciones cortas no incorporar métodos robóticos de inspección.
- Mitigación aplicando Sobre-Inspección  $\Leftrightarrow$  Se puede evitar efectuando PFMEA en las primeras fases de diseño.
- Warnings y Cautions logran la atención del mecánico.
- El análisis puede terminar afectando a procesos, diseño, operarios, herramientas e instalaciones.

# Almacenamiento

## MTR390-E

### Engine storage Downtime planned:

A maximum of 1 month Engine storage on the airframe:

- a) Drain the engine.
- b) Make sure that the air intake and exhaust pipe plugs are installed.
- c) Make sure that the airframe cowlings are closed.

A maximum of 6 months Engine storage on the airframe:

- a) Run the engine at ground idle for at least 1 hour.
- b) Drain the engine.
- c) Install the air intake and exhaust pipe plugs.
- d) Close the airframe cowlings.
- e) Each week, do a post-flight type inspection.

- more than 6 months

Engine storage in a container.



la fuerza del talento

## TP400

•45 days NO MAINTENANCE

•45-180 days NO SPECIAL MAINTENANCE

•180+ days CONTAINER REQUIRED

