

Entalpía: toda energía que es absorbida o cedida por un sistema. El objetivo de la entalpía es aprovechar toda la energía que se está absorbiendo o cediendo, lo interesante es que esté al máximo.

- Ejemplos: placas solares, coches híbridos.

Entropía: La entropía se puede entender como la diferencia entre la teoría y la práctica. (ejemplo de cortar un papel a la mitad). También puede entenderse la entropía como la diferencia entre la perfección deseada y la real, una vez que la calidad/perfección de los sistemas sea inferior a la perfección real esperada se deberá hacer un mantenimiento del sistema.

Por lo general, la entropía es positiva, es decir, a medida que se avanza en el tiempo, los sistemas van perdiendo cualidades y la entropía va aumentando. En el caso de que yo construya un sistema (tren de aterrizaje) y dure más tiempo de la perfección deseada, supongamos 20 años y se rompe en el año 21, en ese caso la entropía sería negativa.

¿Quién determina cuál es el umbral o perfección real a partir de la cual se requiere hacer el mantenimiento de los sistemas? El fabricante, pero bajo la autorización de la autoridad aeronáutica.

Pregunta de examen: ¿Qué le pasa a un componente cuándo se acaba su vida útil? Su entropía es máxima

Fiabilidad: probabilidad que un sistema tiene para desarrollar las funciones para las cuales ha sido diseñado durante un periodo específico de tiempo. También se define como la probabilidad de que el sistema trabaje sin ningún fallo durante un periodo específico de tiempo.

Rediseño: Hacer un nuevo diseño. Puede que se modifique por completo o mínimamente.

El mantenimiento preventivo o programado es el mantenimiento que hacemos cuando los sistemas llegan al umbral de perfección real a partir del cual es necesario realizar el mantenimiento para que el sistema siga siendo fiable y por tanto se garantice la seguridad.

El umbral de seguridad es la franja entre la fiabilidad máxima y la fiabilidad mínima, la fiabilidad mínima coincide con el umbral de perfección real a partir del cual se debe hacer un mantenimiento preventivo o programado.

Cuanto menos entropía → más fiabilidad

Cuanta más fiabilidad → menos entropía

## TÉCNICAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

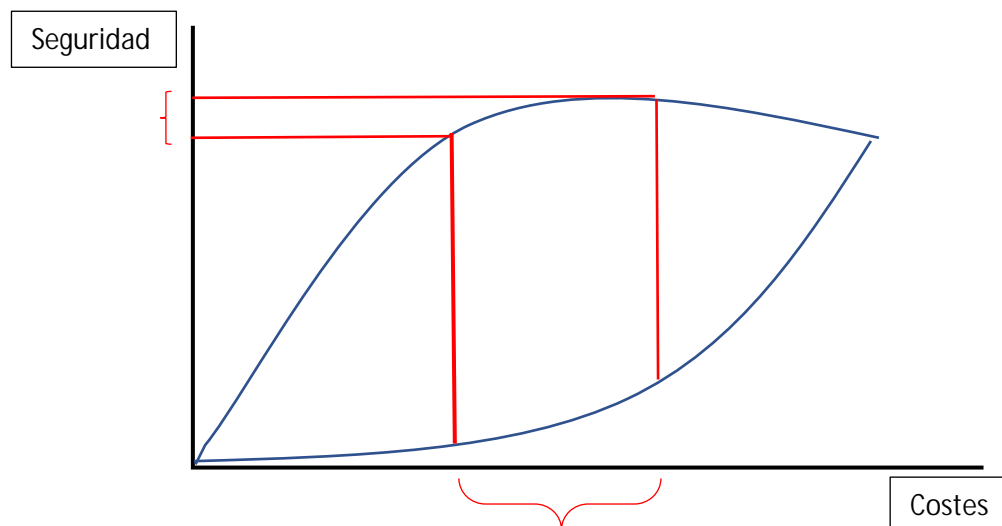
Los tres **objetivos principales** de la gestión del mantenimiento son:

- Reducir los costes.
- Reducir la entropía.
- Maximizar la fiabilidad (seguridad).

1. **Redundancia**: aquellos sistemas que son críticos para la seguridad estarán duplicados y la fiabilidad que se deposita en dichos sistemas es absoluta.

2. **Unidades reemplazables de línea LRU:** aquellos componentes o sistemas que tienen un desgaste mayor suelen encontrarse en lugares fácilmente accesibles de la aeronave para facilitar el reemplazo y sustitución de dichos componentes.
3. **Requisitos mínimos para despachar una aeronave:** existen ciertos requisitos de seguridad establecidos que hay que cumplir. Será en la MEL (Minimum equipment list) donde comprobaremos si se puede o no volar en función de los requisitos y las circunstancias. La MEL suele ser diferente a la MMEL ya que la MEL se adapta a la operación de la aeronave específica y concreta (pasaje o carga, etc).

Hay que tener en cuenta que no es viable aumentar desmesuradamente la seguridad de un sistema ya que tiene un coste altísimo y existe un equilibrio mucho más rentable para la empresa con una seguridad muy aceptable.



Véase en la gráfica que, si se comparan ambas relaciones de seguridad e inversión en sistemas, podemos observar que, para un aumento muy grande en costes, la seguridad aumenta muy poco. Esto demuestra que existe un equilibrio donde se maximiza la seguridad con la mejor relación de costes.

## DESARROLLO DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

Un programa de mantenimiento es necesario para mantener la máxima fiabilidad y la mínima entropía en los componentes y sistemas. El mantenimiento más primitivo que existe es observar el componente y ver cómo funciona el mismo.

Los programas más primitivos de **mantenimiento** que hay son los siguientes:

- **Orientado al proceso:** vamos a buscar un fin/objetivo, a ese fin vamos a llegar mediante una serie de etapas, las cuales deben cumplirse todas. Si no se hace una de esas etapas no se va a poder llegar a ese fin/objetivo y por tanto no se puede aplicar ese método. Existen diferentes tipos:
  - **Hard time (vida limitada):** sus **dos características principales son:**
    - **Vida limitada:** normalmente la estima el fabricante aprobada por la autoridad.
    - **Afecta a la seguridad operacional:** son componentes que si se estropean ponen en riesgo la seguridad de la operación.

**Hard time quiere decir que es necesario retirar el componente antes de que finalice su vida útil (ejemplo: soporte de los flaps).** Al retirar el componente antes de que finalice su vida útil después, con ese componente puedo hacer tres cosas:

- **Overhaul: restaurarlo como de fábrica.** . Hay dos tipos de overhaul, el overhaul completo, que deja su vida útil a 0. Y Overhaul parcial que es como un restore dejando su vida útil a 0+1.
- **Restore: restaurar el componente.** La diferencia con respecto al overhaul es que con este tipo de mantenimiento no lo devuelvo al tiempo de vida 0 como pasa con el overhaul, si no que lo arreglas y aumentas su tiempo de vida, pero no es completamente "nuevo" como pasa con el overhaul.
- **Dispatch (desechar):** que consiste en retirar el componente y ya está. Eso sí, dentro de los componentes hard time lo normal es hacer overhaul o restore, ya que se trata de componentes críticos que son muy caros.
- **On condition (en condición):** también tiene vida limitada, pero a diferencia de Hard time, los componentes que se incluyen en este tipo de mantenimiento **NO tienen afección a la seguridad operacional.** Antes de que finalice el la vida útil del componente haremos una inspección, y con esto determinaremos cuánto de vida le queda al componente. (Ejemplo: frenos, puertas de bodega, Jack de aeronave con tierra, ventanillas de cabina de pasajeros)

Ver oír  
tocar  
oler

En conclusión, lo que hacemos en on condition es **hacer un chequeo para conocer el tiempo de vida útil que le queda al componente.** En caso de que sea necesario hacer un mantenimiento porque el componente se observa que no puede estar en servicio se hará una de las siguientes:

rayos x  
líquidos  
penetrantes

- **Overhaul: restaurarlo como de fábrica.** Hay dos tipos de overhaul, el overhaul completo, que deja su vida útil a 0. Y Overhaul parcial que es como un restore dejando su vida útil a 0+1.
- **Restore: restaurar el componente.** La diferencia con respecto al overhaul es que con este tipo de mantenimiento no lo devuelvo al tiempo de vida 0 como pasa con el overhaul, sino que lo arreglas y aumentas su tiempo de vida, pero no es completamente "nuevo" como pasa con el overhaul.
- **Dispatch:** que consiste en retirar el componente y ya está.
- **Condition Monitoring (condición monitorizada): "de fallo a fallo".** En este caso no se procede a realizar ningún mantenimiento hasta que el componente se ha roto. Con esto lo que conseguimos es **recopilar información acerca de la vida de los componentes. Es importante llevar un registro de los componentes y de sus fallos.** (ejemplos: una bandeja del avión, una cafetera, etc.) **se utiliza TBF**
  - Dentro de esta categoría meteremos componentes que:
    - No puedan tener fallos ocultos para la tripulación.
    - Además, serán componentes que no afecten a la seguridad operacional del vuelo.
    - Estos componentes deben ser redundantes en el avión.

Nota (examen):

Los intervalos de mantenimiento que se aplican a los componente son 3:

- Por Ciclos.
- Por Tiempo.
- Por Horas de vuelo.

El mantenimiento se realizará cuando suceda el primero de ellos. Es decir, cuando estábamos en pandemia, muchas aeronaves se quedaron inmovilizados en el aeropuerto de Teruel, ¿habría que hacer un mantenimiento del tren de aterrizaje? Está claro que, si es por los ciclos o por las horas de vuelo no habría que hacerlo, ya que ha estado parado, no obstante, en cuanto a tiempo sí, ya que el tiempo es tiempo normal que pasa. Por eso se dice que el mantenimiento se hará siempre que se cumpla uno de los tres tipos de intervalo mencionados anteriormente.

- **POR TIEMPO** (*esto lo incluimos dentro de la definición de overhaul*):
  - TSN → Time Since New: es la referencia para medir los tiempos de mantenimiento, en este caso desde su fabricación.
  - TSO → Time Since Overhaul: tiempo desde que se ha realizado el overhaul.
  - TBO → Time Between Overhaul: tiempo entre overhauls.
- **POR CICLOS**:
  - CSN → Cycle Since New
  - CSO → Cycles Since Overhaul
  - CBO → cycles between overhaul

Si un avión sale de fábrica y realiza un vuelo de 8 horas, los motores tendrán un TSN de 8 horas.

- **Orientado a tareas**: se debe hacer una tarea específica con la finalidad de prevenir fallos. (ejemplo: lubricación con aceites). Los componentes que pertenecen a este tipo de mantenimiento aparecen como "task", y existen 3 tipos de programas. aumentar la fiabilidad es otro objetivo
  - **Airframe System Task**: (Célula) Fuselaje y capos de los motores
  - **Structural Task**: (Estructura) Todos los componentes que sujetan el fuselaje, vigas
  - **Zonal Task**: (Zonales) Tren de aterrizaje, motor (sin capo)

La técnica de mantenimiento "Top to Down" consiste en observar los componentes o sistemas desde lo general hasta el detalle.

## DESARROLLO PROGRAMAS MANTENIMIENTO

- **HT y OC** dedicado a componentes de vida limitada o deterioro detectable.
- **CM**: usado para monitorizar sistemas y componentes que no utilizan HT y OC
  - Son componentes de fallo a fallo.
- **Tareas**: Utiliza tareas de mantenimiento para prevenir fallos.
  - Programas de Mantenimiento – intervalos de inspección.

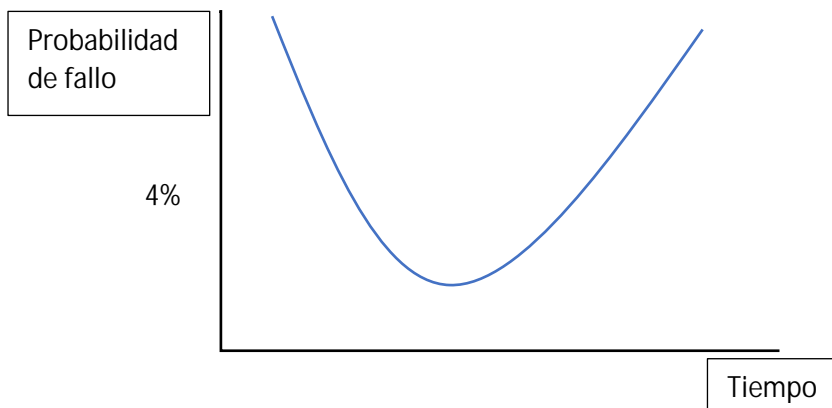
## GRÁFICAS DE PATRONES DE FALLOS

El mantenimiento, por supuesto, no es tan sencillo como podría concluirse de la anterior entropía. Hay un hecho importante que hay que reconocer: no todos los sistemas o componentes fallan al mismo ritmo ni presentan el mismo patrón de mismo patrón de desgaste y fallo. Como es de esperar, la naturaleza del mantenimiento realizado en estos componentes y sistemas está relacionado con esos patrones de fallo.

United Airlines realizó algunos estudios sobre las tasas de fallo durante la vida útil y encontró seis patrones básicos. Los ejes verticales muestran los índices de fallos y los ejes horizontales indican el tiempo. No se muestran valores en las escalas porque no se muestran valores en las escalas, ya que éstos no son realmente importantes para la discusión.

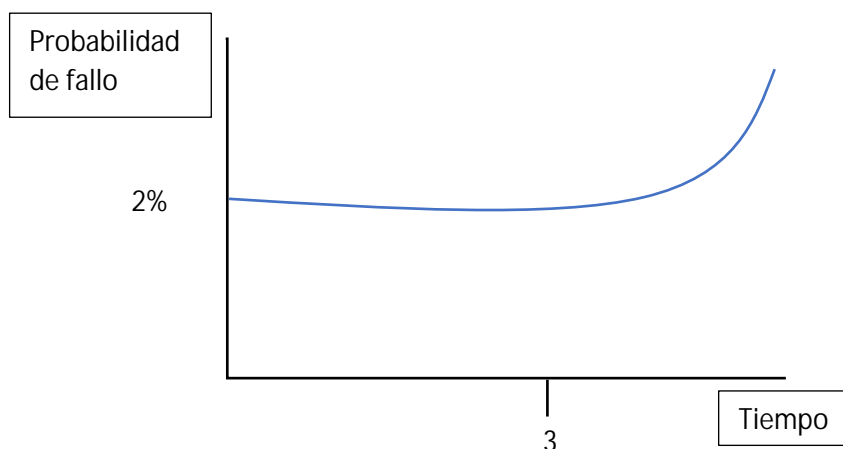
Estas características de los fallos hacen que sea necesario abordar el mantenimiento de forma sistemática, para reducir los periodos punta de mantenimiento no programado.

GRÁFICA 1



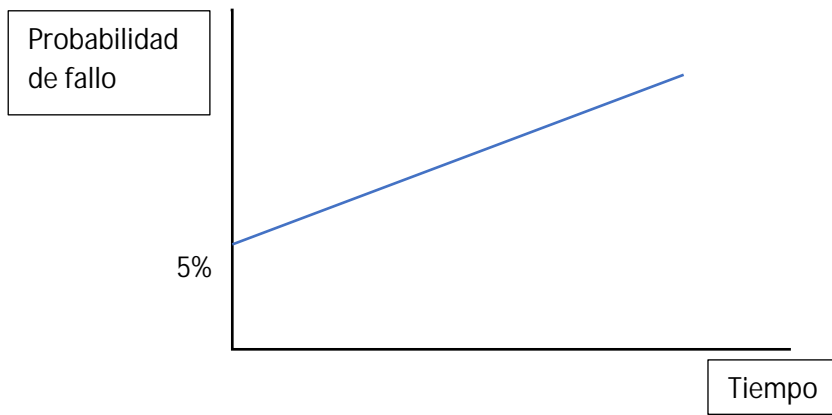
La probabilidad de fallo en el tiempo 0 es muy alta y a medida que transcurre el tiempo la probabilidad de fallo disminuía, pero, tras pasar determinado tiempo, la probabilidad de fallo volvía a subir.

GRÁFICA 2



La probabilidad de fallo del componente al inicio del tiempo se mantenía estable, pero a partir del tiempo 3, su probabilidad de fallo aumentaba.

GRÁFICA 3

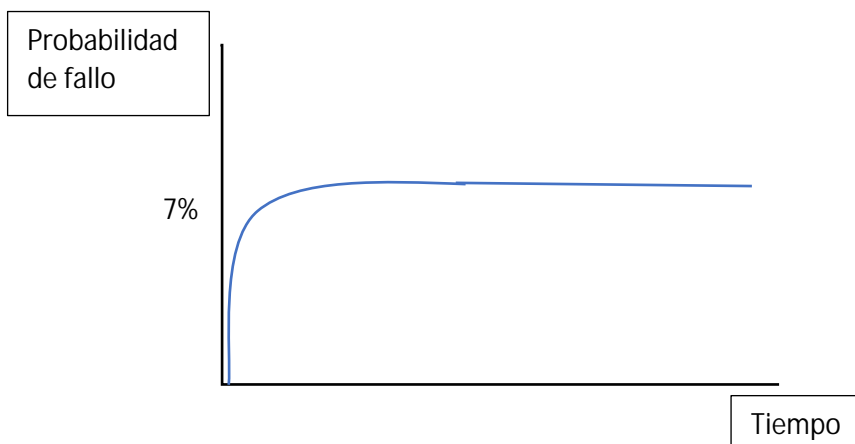


Todos los componentes que se encuentran dentro de los 3 primeros patrones de fallo suman un 11% y serán estos componentes los que se encuentran dentro del tipo de mantenimiento *Hard Time* y *On condition*.

*Los tres primeros patrones de fallo son de elementos de los cuales SÍ conocemos la vida, es decir, tienen vida limitada.*

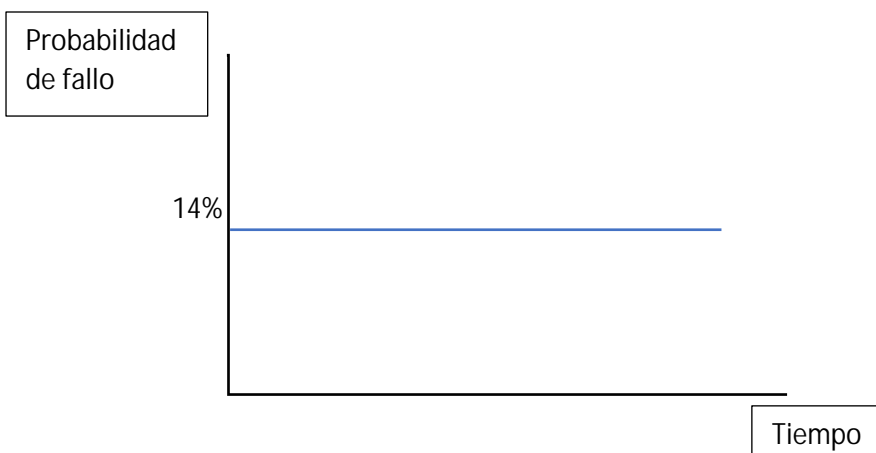
La probabilidad de fallo al comienzo del tiempo era baja, pero según iba aumentando el tiempo aumentaba también su probabilidad de fallo.

GRÁFICA 4



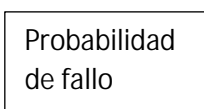
En el primer momento del tiempo, la probabilidad de fallo era mínima, pero en un muy corto periodo de tiempo la probabilidad de fallo aumentaba considerablemente.

GRÁFICA 5

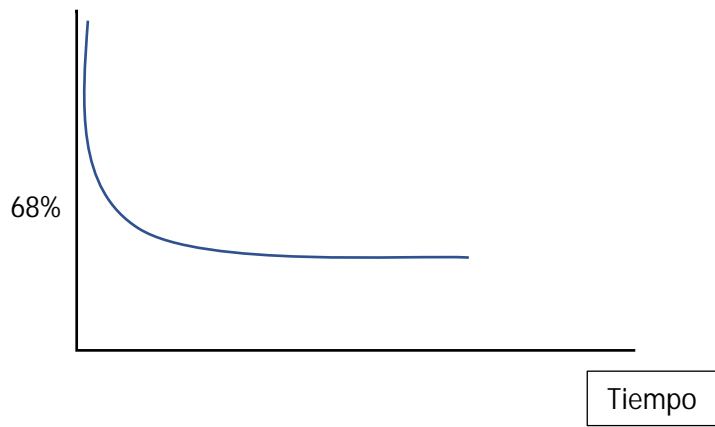


El patrón de fallo de determinado componente es estable durante toda su vida útil.

GRÁFICA 6



Los patrones de fallo 4,5 y 6 constituyen el 89% del total de componentes del avión que se corresponden con estos patrones. Cabe destacar que en estos tres patrones de fallo coincide que existe una parte donde la probabilidad de fallo es estable. Al ser el



La probabilidad de fallo al comienzo del tiempo es elevada pero conforme avanzaba el tiempo disminuye y se mantiene estable hasta el final de su vida útil.