

# 1 Introducción

# 1.1 Mantenimiento industrial

- El objetivo primordial de una industria (en su función de empresa) es generar riqueza, por lo que debe procurar maximizar sus beneficios, teniendo en cuenta, por supuesto, otras consideraciones, como las condiciones laborales de los asalariados, el respeto al medio ambiente, etc.
- El mantenimiento ayuda a dicho objetivo.
- La importancia del mantenimiento depende de varios factores, como el tamaño de la empresa, su nivel de automatización, su capacidad productiva, la situación de mercado (auge o declive), etc. Pero es necesario para lograr un alto nivel de eficiencia en la producción y tiene una gran influencia sobre la calidad final del producto.

# 1.1 Mantenimiento industrial

- El mantenimiento se relaciona con muchas disciplinas.
- El mantenimiento industrial es una disciplina y una estrategia, que puede aplicarse de forma intensiva, moderada, modesta o incluso no aplicarse.
- Variedad en la aplicación: desde empresas con un departamento de mantenimiento, hasta otras en las que se busca solamente sobrevivir a la producción diaria.
- La implantación de un sistema de mantenimiento no es tarea fácil, pues involucra a todos.

# 1.2 Funciones del mantenimiento industrial

- Primarias:
  - Mantenimiento del equipamiento industrial.
  - Inspección y lubricación de equipos (incluido en el anterior).
  - Mantenimiento de edificios y terrenos.
  - Gestión de la información relativa al mantenimiento.
  - Modificación de las instalaciones y realización de instalaciones nuevas.
- Secundarias:
  - Gestión de almacenes de mantenimiento.
  - Seguridad de las plantas (personal de seguridad, incendios, prevención lab.).
  - Eliminación de residuos.

# 1.3 Tipos de mantenimiento

- Mantenimiento ante fallo
  - Operaciones que tienen lugar tras el fallo y cuyo objetivo es poner de nuevo la máquina en servicio.
  - Sustitución o reparación de las piezas que han fallado.
  - Desventajas:
    - No se busca la causa de la avería, por lo que puede volver a producirse pronto.
    - No se puede planificar (fallos de noche, varios fallos a la vez).
    - Necesidad de repuestos: aumento de inmovilizado en almacén.
    - Si la reparación no es rápida, puede conllevar una parada en la producción y grandes pérdidas económicas.
    - El fallo de una pieza puede provocar un fallo catastrófico en la máquina.
    - Puede haber consecuencias graves para el personal o la instalación.

# 1.3 Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento correctivo**

- Es como el anterior, pero trata también de buscar, diagnosticar y corregir la causa que provocó el fallo.
- Se evita, por tanto, la primera de las desventajas anteriores.
- Este tipo de mantenimiento puede ser el más adecuado para máquinas sencillas y baratas, cuyo fallo no detiene el proceso productivo, y de las que hay varias unidades en planta, por lo que con unos pocos repuestos se pueden reparar todas ellas.

# 1.3 Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento preventivo**
  - Su objetivo consiste en prevenir el fallo.
  - Se sustituyen las piezas a intervalos periódicos de tiempo.
  - La pieza se suele sustituir independientemente de su estado, sólo en atención a sus ciclos de trabajo.
  - Las operaciones de sustitución pueden aprovechar paradas de la máquina por otros motivos (mantenimiento de oportunidad).
  - **Ventajas:**
    - Se reducen las paradas no programadas y la necesidad de almacenamiento de repuestos.
    - Muy adecuado para componentes con deterioro muy dependiente del número de ciclos (ejemplo: aceite y filtro de aceite del automóvil).

# 1.3 Tipos de mantenimiento

- Desventajas:
  - Puede ser antieconómico, pues no se agota la vida útil de las piezas.
  - La operación de sustitución de piezas puede generar problemas en la máquina, si no se realiza correctamente.
  - En máquinas sin funcionamiento continuo, será necesario incluir contadores de tiempo de trabajo.
  - Si no se aprovechan las paradas de las máquinas por otras causas, las paradas para realizar el mantenimiento afectarán al ritmo normal de producción.



# 1.3 Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento predictivo**

- También llamado mantenimiento basado en la condición.
- Se analiza el estado de la máquina mediante la medida de unos parámetros objetivos.
- Cuando los parámetros indican la inminencia de un fallo, se actúa con una operación correctiva que subsana la causa del fallo y repara o sustituye las piezas dañadas o desgastadas.
- La medida de los parámetros se realiza sin necesidad de parar la máquina ni interrumpir la producción. La medida puede ser continua o periódica. El intervalo de medida debe permitir detectar cambios en el estado de la máquina y anticiparse al fallo.

# 1.3 Tipos de mantenimiento

- Parámetros más usados: nivel de vibración, de ruido, de partículas metálicas en el lubricante, temperatura.
- Parámetros de algunas máquinas: caudal, presión, intensidad, voltaje, etc.
- Especialmente indicado para máquinas cuyo fallo:
  - Produce un elevado riesgo para la seguridad (materiales peligrosos, transporte de personas, energía nuclear).
  - Tiene un coste elevado, por la posibilidad de fallo catastrófico de la máquina (máquina cara) o de provocar una parada en la producción (máquina crítica).
- Ventajas:
  - La vida de las piezas puede aprovecharse al máximo, se disminuye el número de intervenciones y se evitan los fallos inesperados.
  - Se reduce la necesidad de almacenamiento de piezas.

# 1.3 Tipos de mantenimiento

- Se puede detectar el origen de los problemas de la máquina, y sin necesidad de pararla.
- La información histórica permite un mejor conocimiento de la máquina, de su funcionamiento, y de sus modos de fallo.
- La reparación es más rápida, porque ya se sabe dónde hay que actuar.
- Mejora la seguridad de la planta.
- Desventajas:
  - Necesidad de formación del personal.
  - La inversión en equipos de medida y registro, y en la elaboración de una base de datos.
  - El tiempo requerido para ganar experiencia con cada máquina.
  - El posible cansancio de los operarios por la toma de datos.

# 1.4 Operaciones de mantenimiento mecánico

- Mantenimiento de reparación tras el fallo.
- Mantenimiento correctivo tras el fallo.
- Mantenimiento preventivo. Operaciones:
  - Planificadas (programa de mantenimiento).
  - De oportunidad.
- Mantenimiento predictivo o análisis del estado de la máquina.
- Mantenimiento correctivo basado en el estado de la máquina.
  - Corrección de deficiencias (alineación ejes, equilibrado rotores, etc.).
  - Reparación o sustitución de elementos defectuosos (rodamientos, correas, cadenas, etc.).

# 1.5 Estrategias de mantenimiento industrial

- Básicas: sólo mantenimiento ante fallo y correctivo.
  - Poco eficientes: no reducen costes de mantenimiento ni maximizan productividad.
  - Industrias pequeñas y poco evolucionadas, y/o con mercado en declive.
- Moderadamente intensivas: mantenimiento correctivo y preventivo.
  - Programa de mantenimiento modesto.
    - Recolección de información poco sistematizada.
    - Programas y rutas de mantenimiento poco elaborados.
    - Periodicidad de sustitución no optimizada ni sujeta a evolución.
  - Se obtiene beneficio pero podría ser mayor:
    - Reduciendo el número de averías.
    - Alargando el tiempo de uso de los componentes.

# 1.5 Estrategias de mantenimiento industrial

- Intensivas: todos los tipos de mantenimiento.
  - Máquinas generales: correctivo (más) y preventivo (menos).
  - Máquinas esenciales: preventivo.
  - Máquinas críticas: predictivo.
  - Programa de mantenimiento optimizado y en evolución continua.
  - Medios suficientes y personal formado.
- Integrales: basadas en el mantenimiento total productivo (TPM, Nakajima, 1988).
  - Busca reducir al máximo las paradas (largas y cortas).
  - El operador de cada máquina es responsable de su mantenimiento.
  - Adaptación a las características de la sociedad en que se implanta.

# 1.6 Mantenimiento mecánico de máquinas

- El mantenimiento industrial involucra a muchas disciplinas: gestión de la producción, mecánica, energía, electricidad, automática, etc.
- El conjunto de operaciones de mantenimiento relacionadas con la mecánica se denomina mantenimiento mecánico de máquinas.
- El ingeniero de mantenimiento requiere:
  - Conocimientos de ingeniería mecánica.
  - Experiencia en mantenimiento de máquinas.
- Clasificación de las máquinas:
  - Crítica: el funcionamiento de la planta depende de ella.
  - Esencial: el conjunto de varias puede ser crítico para la planta, pero no una.
  - De propósito general: resto de máquinas.

# 1.7 Fallo mecánico

- Es cualquier cambio en la máquina que impide que ésta realice la función para la que fue diseñada.
- Tipos de fallo según la probabilidad asociada a la edad de la máquina.
  - Infantiles: defectos de fabricación y/o montaje, rodaje.
  - Por desgaste y envejecimiento: mal diseño mecánico, errores de fabricación o montaje, variaciones en las propiedades de los materiales por motivos químicos o térmicos, mantenimiento inadecuado.
  - Aleatorios: probabilidad constante durante el tiempo de servicio de la máquina.

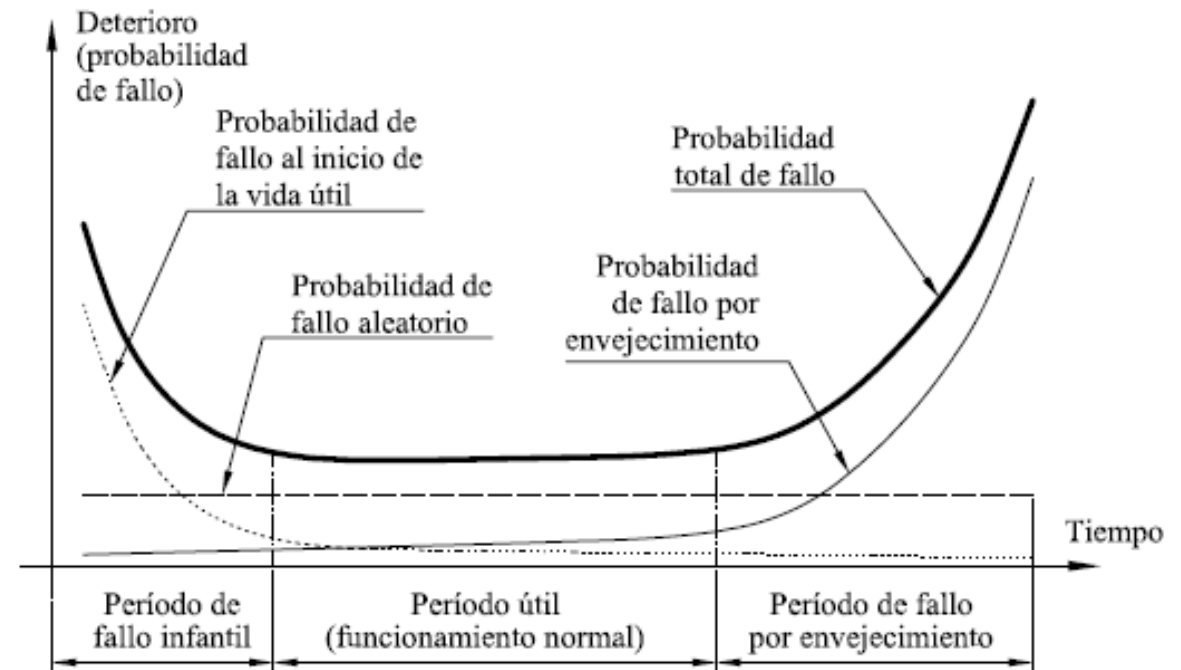


Figura 1.1. Curva de vida de una máquina



# 1.7 Fallo mecánico

- Tipos de fallo mecánicos:
  - Estructural: cambio de tamaño, forma o propiedades mecánicas de una o varias partes de la máquina.
    - Superficial: desgaste (por contacto deslizante –adhesión o abrasión–, por oxidación o corrosión, por fatiga superficial).
    - No superficial: rotura estática o por fatiga.
    - Por deformación excesiva.
  - Funcional:
    - En el sistema de lubricación.
    - En los sistemas hidráulico o neumático.
    - Por sobrecarga térmica (en el sistema de refrigeración).
    - Por sobrecarga.