

Importancia del mantenimiento productivo total en la automatización de procesos

José Luis Calvo Rollé
Vicente José Lago Dopico

Las mejoras en la gestión y aprovechamiento racional, así como la implicación de todo el personal de la empresa, son algunas de las ventajas de esta herramienta



La automatización puede ser definida como la sustitución, en mayor o menor grado, del hombre en ciertas tareas de un proceso, tanto físicas como mentales, por dispositivos adecuados para realizarlas, los cuales pueden reunir muchas tecnologías dispares.

En concreto la automatización de líneas de producción consiste en encastrar una serie de operaciones que se suceden en el proceso en cuestión.

Como objetivo fundamental de la automatización se puede destacar el aumento de la productividad, a su vez, conlleva:

- Aumento de la fiabilidad.
- Mayor disponibilidad.
- Mejora de los estándares de calidad.

La posible avería, en uno de los puntos de un proceso independientemente de su procedencia, puede ocasionar la parada desde dicho punto o de toda la línea. Por tanto, será muy importante que no se detenga el funcionamiento de los equipos. Son muchos los factores que pueden contribuir a este hecho, aunque uno de los más importantes es la realización de un correcto mantenimiento. En este aspecto se centra este artículo, en el que se explica el mantenimiento productivo total (TPM) como una herramienta de gestión de mantenimiento con demostrada eficacia en las instalaciones donde se ha implantado. Cabe destacar que no sólo se utiliza en procesos automatizados, sino que también se puede aplicar en todo aquello que necesite mantenimiento.

A su vez, el TPM cobra mayor importancia por ser una herramienta básica en el management total de la producción, usándose junto con técnicas de producción como Jat, Kanban, Smed, etc.

Definición del TPM

El concepto del PM (mantenimiento preventivo) se introdujo en Japón procedente de Estados Unidos. Antes del PM, las empresas practicaron el BM (mantenimiento de averías), es decir, arreglar el equipo sólo después de producirse una avería.

A lo largo de los años, el PM se fue cambiando a fin de hacer frente a las nuevas demandas que el mundo moderno exigía a la industria. Fruto de ese cambio surgió el CM (mantenimiento correctivo), que fomenta las reparaciones orientadas a la mejora de instalaciones para reducir las posibilidades de que se reproduzca la misma avería.

Otro cambio posterior vino con el

concepto MP (prevención del mantenimiento), en el que se insiste en la fase de diseño del equipo y tiene como objetivo construir un equipo que requiera el mínimo de mantenimiento. Finalmente, los métodos PM, CM y MP se fusionaron bajo un nuevo tipo de método que se llama también PM y que en este caso significa mantenimiento productivo.

En Japón, la gestión del equipo, ha evolucionado del mantenimiento preventivo al productivo. Sin embargo, en Estados Unidos la gestión del equipo se caracterizaba porque las actividades las realizaba sobre todo el departamento de mantenimiento.

Siendo así, nunca tuvo mucho éxito en alcanzar el "cero averías" y el "cero defectos". Fruto de todo esto se desarrolla en Japón el TPM, que es una mejora del PM americano.

La principal innovación aportada es que se basa en actividades de pequeños grupos. De esta forma, el TPM extiende el PM a toda la empresa, ganando el apoyo y la confianza de todo el mundo en toda la pirámide jerárquica. Va más allá del departamento de mantenimiento e involucra a toda la empresa. Así, el PM (mantenimiento productivo) se convierte en TPM (mantenimiento productivo total).

Por tanto, el TPM se caracteriza por la participación de los trabajadores del departamento de producción en actividades de mantenimiento. Una definición completa del TPM contiene los siguientes puntos:

1. Tiene como objetivo el uso más eficiente del equipo (mejora de la eficacia global).

2. Establece un sistema de mantenimiento productivo en toda la empresa para la vida entera del equipo. Incluye prevención del mantenimiento, mantenimiento preventivo y mantenimiento relacionado con mejoras.

3. Exige la implicación de todos los departamentos: diseñadores del equipo, operarios del equipo y trabajadores del departamento de mantenimiento.

4. Todos los empleados están activamente involucrados, desde la alta dirección hasta los operarios.

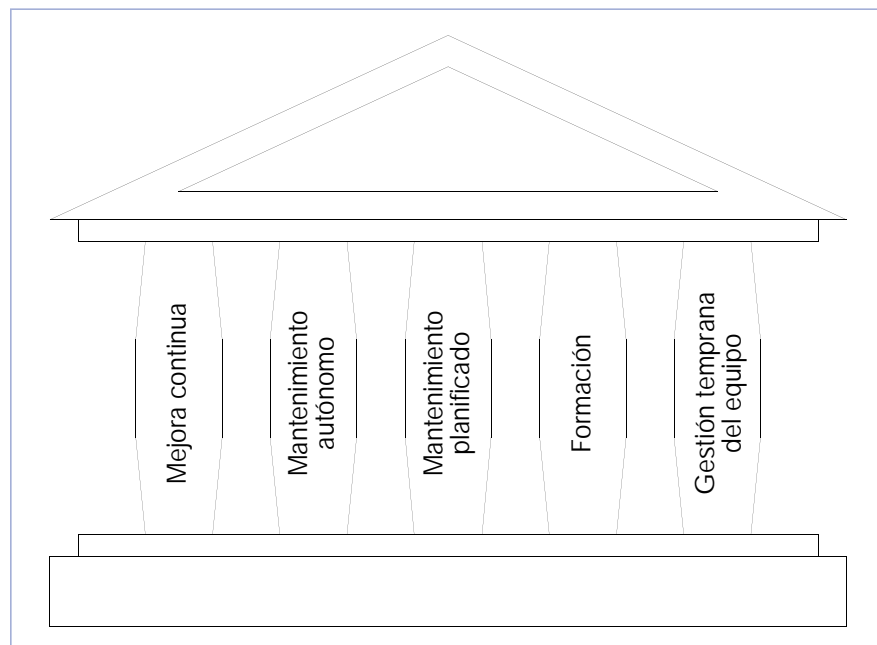
5. Promociona y lleva a cabo mantenimiento productivo a través de la gestión de la motivación basado en actividades autónomas en grupos pequeños.

El hecho de que toda la empresa esté involucrada y apoye el TPM hace posible que se puedan alcanzar metas y objetivos tales como "cero averías" y "cero defectos". Esto implica una productividad más alta y una mayor rentabilidad.

Pilares del TPM

El buen funcionamiento de esta metodología se sustenta principalmente sobre cinco pilares, los cuales se irán construyendo gradualmente, dando cierta importancia a los dos primeros (mejora continua y mantenimiento autónomo) por el volumen que poseen con respecto a los otros. Los restantes se implantarán de manera simultánea para lograr una mayor solidez en la estructura que se intenta crear.

A continuación se da una breve descripción de lo que se denomina los "cinco pilares" del TPM.



RESUMEN

El mantenimiento productivo total, más conocido por las siglas TPM, actualmente está cobrando cada vez más importancia en nuestro país, pese a que en otros su utilización se remonta a la década de los setenta. Esto se debe fundamentalmente a que se ha demostrado la gran eficacia como herramienta para alcanzar una mayor disponibilidad y fiabilidad de las instalaciones, haciendo hincapié en la gestión y el aprovechamiento racional e implicación de todo el personal. Las ventajas que ofrece a la automatización de procesos son múltiples, convirtiéndola en el complemento perfecto.

1. Mejora continua: llevar a cabo actividades de mejora diseñadas para aumentar la eficacia del equipo.

2. Mantenimiento autónomo: establecer un sistema de mantenimiento básico realizado por parte de los operarios del equipo.

3. Mantenimiento planificado: aumentar la eficacia del departamento de mantenimiento.

4. Formación: establecer cursillos de formación para adiestrar permanentemente a los trabajadores y aumentar su nivel técnico.

5. Gestión temprana del equipo: establecer un sistema de prevención del mantenimiento.

Mejora continua (análisis de pérdidas)

Uno de los pilares del TPM es la mejora continua, la cual contempla varias actividades específicas, entre las que destaca la identificación de todas las pérdidas que afecten a la producción y a los equipos. Este apartado contribuye a la identificación, el desglose y la incidencia de dichas pérdidas, pudiendo así utilizar las reuniones como base a la implementación de acciones de mejora de la eficiencia.

Una vez desglosadas, se procederá a la creación de los indicadores que medirán esas pérdidas. Algunos de los tipos más importantes son los siguientes:

– *Pérdidas por disponibilidad*: son aquellas producidas por falta de operación de la máquina en el tiempo en que está disponible. Por disponibilidad se entiende el período de tiempo en el cual la máquina debería estar en funcionamiento aun estando parada.

– *Pérdidas por rendimiento*: son aquellas pérdidas que se dan cuando la máquina está en funcionamiento, pero por diversos motivos su rendimiento es inferior al ideal. Esto se traduce en una disminución de las unidades de producción fabricadas.

– *Pérdidas por calidad*: son aquellas que

se producen por la deficiencia de un producto que no cumple las especificaciones de calidad. Son pérdidas que aumentan considerablemente los costos de fabricación, pues suponen aumentar los mismos, con el incremento, de horas hombre, horas máquina, consumo de energía gastos de materia prima y de utilidades. Los tipos son pérdidas por sobrante de material y por defectivo.

Indicadores TPM

Una de las actividades específicas de la mejora continua es el cálculo de la eficacia global de los equipos y el establecimiento de metas a alcanzar. Para ello se hace uso de los indicadores TPM: el índice de disponibilidad, de rendimiento, de calidad y de eficacia (éste último producto de los tres anteriores).

– *Índice de disponibilidad*: relaciona el tiempo de operación con el de parada, dando una idea del tiempo en que realmente ha estado funcionando la máquina.

$$I_{\text{Disponibilidad}} = \frac{\text{Tiempo Operación} - \text{Tiempo Parada}}{\text{Tiempo Operación}}$$

– *Índice de rendimiento*: relaciona la producción real de unidades con la ideal. Muestra un índice de la velocidad con que funciona la máquina.

$$I_{\text{Rendimiento}} = \frac{\text{Unidades de producción Reales}}{\text{Unidades de producción Ideales}}$$

– *Índice de calidad*: el índice de calidad es una muestra de las unidades que se producen correctamente en comparación con todas las que se producen.

$$I_{\text{Calidad}} = \frac{\text{Unidades de producción Reales} - \text{Unidades de producción Defectuosas}}{\text{producción Reales}}$$

– *Índice de eficacia*: da el tiempo que hemos tardado en fabricar una unidad de producto con la debida calidad en contra-

posición al tiempo que realmente hemos empleado.

$$\text{Eficacia} = I_{\text{Disponibilidad}} \times I_{\text{Rendimiento}} \times I_{\text{Calidad}}$$

Mantenimiento autónomo

Una de las características del TPM es que se pide al departamento de producción que participe en los objetivos de la empresa a través del mantenimiento autónomo realizado por los operarios.

La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sea capaz de diagnosticar y prevenir fallos que se den en el equipo que maneja, prolongando de esta forma la vida útil del equipo y disminuyendo gastos en averías. No se pretende con ello que el encargado de manejar la máquina asuma el mantenimiento completo de la misma. Debido al largo tiempo que el operario pasa con el equipo, será el más indicado para detectar una variación en el funcionamiento adecuado y para hacer operaciones de mantenimiento sencillas, como mantener sus equipos por medio de la realización de chequeos diarios, lubricación, reposición de elementos, reparaciones, chequeos de precisión y otras tareas de mantenimiento, incluida la detección temprana de anomalías. Dichos trabajos se pueden considerar como simples tareas adicionales dentro del proceso de producción.

Fases del mantenimiento autónomo

La metodología TPM sostiene la implantación del mantenimiento autónomo como el resultado de la conclusión de una serie de pasos secuenciales. Esto supone llevar a cabo unas tareas cuya realización habilita el salto al siguiente paso. El fin de las mismas es la prevención del deterioro acelerado, alcanzar los rangos de funcionamiento ideales y la asunción por parte del departamento de producción de aquellas tareas de mantenimiento básicas que alivien la situación del departamento de mantenimiento y le permitan dar un enfoque a sus acciones más orientado a mejoras. Estas fases son:

1. *Limpieza inicial*: el objetivo es realizar una limpieza a fondo de los equipos, de forma que, al mismo tiempo, ésta permita una forma de inspección que ayude a detectar todo tipo de anomalías.

2. *Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles*: si en la primera fase la intención era limpiar, en esta segunda el

objetivo es no ensuciar y poner los medios para facilitar las inspecciones. Para ello habrá que localizar los puntos de suciedad y de contaminación más importantes, más fácilmente detectables gracias a la limpieza inicial, pudiendo observar cuáles son los que tienen un deterioro más rápido.

3. *Creación de estándares de limpieza y lubricación*: los estándares son las hojas donde se detallan las acciones necesarias para preservar las condiciones alcanzadas tras los pasos 1 y 2.

La experiencia adquirida tras las dos primeras fases permitirán a los grupos TPM la elaboración de los estándares, en colaboración con el departamento de mantenimiento. La efectividad de los estándares será mayor si los elaboran aquellos que han de seguirlos.

4. *Inspección general*: la finalidad de este paso es instruir a los operarios en los aspectos comunes de los diferentes equipos y en las peculiaridades de cada uno. Los operarios han de recibir una formación básica.

5. *Inspección autónoma*: aquí existen dos objetivos básicos:

- Actualizar los estándares realizados en los pasos 3 y 4, y mejorarlos.
- Dominar la instalación de forma que se consiga mejorar la calidad del producto.

Llegados a este punto, se hace una distinción de las inspecciones realizadas por los grupos TPM y aquellas que necesitan la participación del departamento de mantenimiento.

Mantenimiento planificado

Se pretende, con un conjunto de actividades sistemáticas y metódicas, la mejora continua del proceso, manteniendo los equipos en condiciones óptimas. Para conseguirlo será necesario un pleno entendimiento entre el operario que maneja el equipo y el personal que lleva a cabo el mantenimiento.

La idea del mantenimiento planificado conlleva operaciones como la siguiente. Cuando el trabajador de una máquina diagnostique un mal funcionamiento lo indicará, por ejemplo, con una etiqueta de una forma predeterminada en el lugar donde se encuentre. De esta forma con el formato de la misma y su situación, el operario de mantenimiento tendrá localizada la avería y, además, sabrá en qué consiste, pudiendo eliminarla más rápido y, normalmente, sin necesidad de que el trabajador que la maneja esté presente, hecho que es necesario en ocasiones.

Formación

Es necesario concienciarse de la importancia de este apartado del TPM, que a veces no recibe mucha atención por parte de los dirigentes.

Conviene, sobre todo al principio, formar a los trabajadores para que lleven a cabo las nuevas tareas que le han sido encomendadas, tanto las pertenecientes a equipos que habitualmente manejan, como las de otros de la planta en los que podrán trabajar en un futuro.

Es importante establecer prioridades de formación, en función de las necesidades de los trabajadores implicados en el desarrollo del sistema que se pretende implantar.

Los indicadores TPM comentados anteriormente dan una idea de las necesidades de formación que posee la plantilla de las diferentes áreas que realiza los trabajos en ellas. Se estudiará el tipo de formación que debe aplicarse; que tras llevarse a cabo, se hará un seguimiento de los resultados alcanzados después de un determinado período de tiempo, marcando nuevos objetivos si resultara necesario.

Gestión temprana del equipo

Este punto hace referencia a la implementación de un sistema de prevención de mantenimiento. Consiste fundamentalmente en la anticipación a la aparición de fallos, muy difícil teniendo en cuenta que, en ocasiones, no existe ningún medio que advierta que se va a producir. Por tanto, es imprescindible la utilización de fuentes internas y externas para, de alguna forma, predecir cuando puede producirse una anomalía.

Las fuentes internas son los registros de las actividades de mantenimiento que ha sido necesario efectuar a mayores de los trabajos de mantenimiento planeados, a lo largo del tiempo que el equipo estuvo en la planta. Hay que tener en cuenta si las máquinas han sido adquiridas nuevas o usadas. Las fuentes externas son las recomendaciones que hace el fabricante acerca del mantenimiento que se debe efectuar. Dichas recomendaciones están basadas en experiencias adquiridas con la práctica y la observación durante un tiempo prolongado. También aparecerá en la información proporcionada la vida útil estimada del equipo y de los componentes que la conforman.

Si no se dispusiese de información sobre el mantenimiento, será conveniente estudiar la máquina con detalle, elaborando un programa de mantenimiento,

con lo que se podrá actuar antes de que se produzcan muchas de las posibles averías. Por consiguiente, se preparará al personal para acometer estas tareas, se acopiará material y piezas para sustituir, y se confeccionarán metodologías a seguir.

Estructura orgánica

A la hora de definir los grupos implicado, se recomienda prestar atención a una serie de detalles.

Existirá una estructura piramidal de tal forma que los grupos de la base acatarán las decisiones de los grupos superiores. Los grupos de este sistema han de ser de tamaño reducido (5 o 6 personas). Además existe un líder que es el cabeza de grupo y miembro de un grupo superior en la jerarquía.

Tiene que haber una comunicación muy fluida entre grupos, por lo cual habrá personas que pertenezcan a la vez a grupos de distintas jerarquías, de tal forma que el resto de integrantes tenga información de primera mano de las decisiones y opiniones aportadas por el resto.

La composición de los grupos debe ser tal que se vean representados todos los departamentos de la empresa implicados en la producción y todos los factores que incidan sobre ésta (mantenimiento, calidad, etc.). Los grupos que formarán la estructura orgánica TPM son los siguientes:

- *Equipo de proyecto*: es el máximo responsable. Entre sus funciones se encuentran hacer el seguimiento del proyecto, definir metas y objetivos globales y decidir sobre propuestas de inversión.

- *Comité de apoyo*: es el verdadero motor del proyecto TPM. Se halla a medio camino entre los grupos TPM, ejecutores de las acciones TPM, y el equipo de proyecto, responsable del mismo. Entre sus funciones están las de apoyar y coordinar los grupos TPM, seguimiento de indicadores semanales, asignar tareas, atender sugerencias y elevar propuestas de inversión al equipo de proyecto.

- *Grupos TPM*: son los ejecutores de las acciones TPM. Deben realizar el mantenimiento autónomo, analizar problemas concretos, hacer propuestas de mejora, etc. Mantendrán una relación piramidal como se ha comentado previamente, y a la cabeza estará el equipo de proyecto como máximo responsable TPM, seguirá el comité de apoyo. En la base se encontrarán los grupos TPM.

Implantación

Para comenzar la implantación de la metodología del TPM en las actividades de mantenimiento de una planta, conviene, en primer lugar, informar a los trabajadores de dicho propósito y de que existe un gran interés por parte de los dirigentes de la empresa. Designado un coordinador del TPM, éste tendrá como primer objetivo concienciar al personal de la importancia que tiene, y advertir que el alcance de los primeros objetivos no es una tarea fácil y que lleva tiempo. Transmitido este mensaje, el siguiente paso es la formación del equipo de proyecto para definir claramente los objetivos. Tras un estudio inicial exhaustivo comienza un período de corrección y de mejora del método adoptado. Será importante en este punto contar con gente que tenga experiencia en otras plantas y, sobre todo, en las que se realicen tareas similares, logrando así un importante avance. A los grupos se les anima a que comenten posibles discrepancias, mejoras aconsejadas y a que lleven a cabo registros de los avances. A medida que las ideas aportadas tengan un resultado positivo, tendrán reconocimiento de los responsables y aparecerá un clima de motivación.

Conclusiones

Para poder competir en el mercado, hoy día las empresas intentan ofrecer una calidad óptima a un precio lo más ajustado posible; por tanto interesa minimizar costes al máximo. Puede ser que la implantación y una buena gestión del TPM sea lo que marque la diferencia con el resto de las empresas o que permita, al menos, estar a su nivel.

Gracias a este método será posible aproximarse a las tan ansiadas metas de “cero averías” y “cero defectos”, de suma importancia en las líneas de procesos automatizadas, que claramente van a repercutir en los beneficios de la empresa. Si el sistema se implanta y se gestiona correctamente, los resultados alcanzados serán excelentes y se obtendrán de forma rápida. Por este motivo, la amortización de la inversión realizada requiere un corto periodo de tiempo.

Bibliografía

- Edward H. Hartmann. *Cómo instalar con éxito el TPM en una planta no japonesa*.
Bill N. Maggard. *El TPM que funciona. La teoría y el diseño del mantenimiento productivo total*. Una guía para implementar el TPM.
Kunio Shirose. *TPM para mandos intermedios de fábrica*.

El mantenimiento productivo total (TPM). Una herramienta para la reducción de costes en las empresas. Revista *Montajes e Instalaciones* (diciembre 2002)

AUTORES

José Luis Calvo Rollé

jicalvo@cdf.udc.es

Ingeniero técnico industrial por la E.U. Politécnica de El Ferrol (1997). Especialidad en Electricidad con Intensificación en Automática y Electrónica. Disfrutó de dos becas de colaboración en tareas del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Coruña durante los cursos académicos 1996-1997 y 1997-1998. Posteriormente pasa a formar parte del Grupo Indunor, donde ha realizado diversos trabajos y estudios del entorno industrial en el que tiene sus unidades de negocio dicha organización. Desde febrero de 2000 es profesor de la E.U. Politécnica de Ferrol, donde imparte docencia en el Área de Ingeniería de Sistemas y Automática.

Vicente José Lago Dopico

Ingeniero técnico naval por la E. U. Politécnica de El Ferrol (1997). Especialidad en Servicios del Buque. Durante dos años es responsable de producción de Megasider, perteneciente al Grupo Megasa, empresa del sector siderometalúrgico ubicada en La Coruña. Tras ese período inicial y hasta la actualidad desempeña, además, el cargo de responsable de mantenimiento de la misma planta.