



CARLOS RODA VAZQUEZ  
*Ingeniero industrial.*  
*Jefe de Ingeniería*  
*de Mantenimiento - mina.*  
ENDESA - AS PONTES

# El mantenimiento predictivo y su relación con la seguridad e higiene industrial

## INTRODUCCION

De todos es conocida la importancia que actualmente tiene el mantenimiento predictivo y preventivo en

toda industria moderna, en la actualidad ya no se puede concebir una instalación fabril con unas máquinas más o menos sofisticadas sin la aplicación de estos tipos de manteni-

miento, enfocados básicamente a evitar o a predecir y adelantarse a la avería, evitando así la catástrofe que supondría el no llegar a tiempo para cortar la cadena de averías, de efectos negativos crecientes exponencialmente, o el parar la máquina con excesiva frecuencia y de una forma no programada entre otras.

Pero si bien esto último ya justificaría de por sí ambos tipos de mantenimiento (y normalmente, por desgracia, es la única justificación presentada a las direcciones), no debemos olvidarnos de otra razón tan importante o más que la anterior: la relacionada con la seguridad e higiene industrial, factores determinantes de la calidad de vida laboral.

A este segundo aspecto del mantenimiento predictivo y preventivo es

## SUMARIO

*Después de una amplia descripción sobre la importancia que en la actualidad tiene para la industria en general el mantenimiento predictivo y preventivo, el autor hace un detallado informe de las ventajas que supone su ejecución de forma programada, para detectar y corregir los posibles fallos de las máquinas, y su estrecha relación con la prevención de accidentes laborales, puesto que ambos aspectos van unidos, y solucionando uno de ellos también se soluciona, al menos en parte, el otro.*

**Palabras clave:** accidentes de trabajo, mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo, revisiones.

a lo que nos vamos a referir en este artículo, aunque centrándonos exclusivamente en el mantenimiento predictivo. La gran ventaja de este tipo de mantenimiento consiste en que ambos aspectos vida de la máquina y salud de las personas, van unidos, y solucionando uno de ellos también se soluciona, al menos en parte, el otro.

## RELACION ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE MANTENIMIENTO Y LA SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

Normalmente, las máquinas se diseñan pensando no sólo en que realicen el trabajo que tienen encomendado de la forma más económica posible, sino también pensando en la seguridad e higiene de las personas que tienen relación con ellas, y esto es así por varias razones, entre las que podemos citar: el humanismo, el costo de los accidentes y enfermedades profesionales, las normativas de los organismos oficiales (véase B.O.E. de 2-11-89, Real Decreto 1316/1989), etc.

Ahora bien, con el tiempo y por diversas causas, la «condición» de la máquina (que definiremos como el estado de sus órganos y su implicación en el funcionamiento y en la seguridad de las personas) se va deteriorando y consecuentemente se va reduciendo su capacidad de funcionamiento y aumentando su capacidad de riesgo para la salud e higiene de las personas que las

*Normalmente, las máquinas se diseñan pensando no sólo en que realicen su trabajo de la forma más económica posible, sino también pensando en la seguridad e higiene de las personas que tienen relación con ellas.*

manejan, ya que, en definitiva, seguridad y funcionamiento van íntimamente ligados a través de la relación causa/efecto (como ejemplo, podríamos poner el deterioro progresivo de los engranajes y rodamientos de un reductor, con la consiguiente reducción del rendimiento de la máquina y el aumento de ruidos y vibraciones).

Precisamente esta ligazón entre funcionamiento y seguridad e higiene de las personas, que en conjunto hemos definido como condición de la máquina, es la que nos va a permitir el usar el mantenimiento en la doble vertiente que desde la introducción venimos citando, es decir, como cuidador de la vida de las máquinas y de la vida o calidad de vida de las personas que se relacionan con las mismas.

La misión del mantenimiento preventivo, es la de reducir lo máximo posible la velocidad de deterioro de la condición de la máquina, retar-

dando, por tanto, la llegada de los niveles de alarma y peligro en dicha condición (alarma y peligro se entenderán referidos tanto al aspecto técnico, o sea, a la posibilidad de que un elemento se averie sin haber intervenido a tiempo, como al aspecto humano, posibilidad de que el deterioro de dicho elemento afecte a la salud de las personas relacionadas con la máquina).

Así, reengrasamos para aumentar la vida de rodamientos, engranajes, etc., reduciendo ruidos y vibraciones; soplamos y deshumedecemos los motores eléctricos para evitar cortocircuitos, etc.

El mantenimiento predictivo tiene como misión el detectar los estados de alarma y peligro e incluso el de determinar la velocidad con que avanza la condición de la máquina hacia dichos estados.

Así pues, a través del control de las vibraciones podemos determinar no sólo cuando el nivel de ruidos y vibraciones es alarmante o peligroso (y concretamente los rodamientos, engranajes, etc., están más o menos deteriorados o son más o menos peligrosos para la salud de las personas), sino, además, cuándo se llegará a dichos niveles si no se ha llegado todavía.

Se deduce de lo expuesto la gran importancia de los mantenimientos preventivo y predictivo no sólo en la mejora del funcionamiento de las máquinas, sino también, y por añadidura, en la seguridad e higiene de las personas que se relacionan con las mismas, y todo a través de la prevención y detección temprana de fallos.

Antes de pasar al mantenimiento correctivo hemos de aclarar que si bien el mantenimiento es necesario para mejorar la calidad de vida de las personas que manejan las máquinas, no es suficiente evidentemente, ya que un buen mantenimiento no puede evitar, por ejemplo, que un operario descuidado introduzca sus ropas en un tambor de freno girando y produzca un accidente. En todo lo dicho hasta aquí y en lo que diremos a continuación, al hablar de seguridad e higiene nos referimos a aquella parte de la misma que está relacionada con el funcionamiento de las máquinas como tales y con el mantenimiento de las mismas (ruidos, vibraciones, roturas de rotores con proyección de materiales, etc.).

La misión del mantenimiento correctivo es la de volver a situar la máquina en la mejor condición posible después de haberse producido



El mantenimiento preventivo, consiste en someter a las máquinas a una revisión periódica y proceder a la reparación de los defectos encontrados.

el fallo; de cara a la seguridad e incluso al funcionamiento es la peor situación que se puede dar, ya que se ha permitido avanzar al fallo hasta el final.

Este es el momento de modificar aquellas partes de la máquina cuyo diseño o estado ponga en peligro la seguridad e higiene de las personas relacionadas con ella.

## CONCEPTOS BASICOS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO (M.P.)

A pesar de no figurar como objetivo de este artículo convertir a los lectores en expertos del M.P., si creemos conveniente aclarar algunos principios básicos del mismo para que nos demos una idea de en qué consiste dicho mantenimiento.

La herramienta básica del M.P. es el análisis de vibraciones, y los principios en que se basa son los siguientes:

— En toda máquina, el correcto estado de operación tiene un cierto nivel de vibraciones y ruidos, debido a los pequeños defectos de fabricación.

Esto podría considerarse como el estado «básico», o nivel «base» característico, de esa máquina y de su funcionamiento satisfactorio.

— Cualquier defecto en una máquina, incluso en fase incipiente, lleva asociado un incremento en el nivel de vibración perfectamente detectable mediante una medición.

— Cada defecto, aun en fase incipiente, lleva asociados unos cambios específicos en las vibraciones que produce (espectros o firma característica), lo cual permite su identificación.

La importancia de la disciplina del análisis mecánico que el M.P. utiliza como herramienta, así como los avances de la moderna tecnología de medición y análisis dinámico de señales, está permitiendo hoy día que con esta metodología se puedan detectar con gran precisión desde desgastes de un cojinete antifricción hasta qué diente de un reductor de engranajes es el que está dañado.

A continuación nos limitaremos a exponer de una forma práctica los fundamentos básicos de la vibración sin entrar en formulismos matemáticos.

Cuando hablamos de vibración siempre nos referimos al movimiento relativo de un determinado elemento respecto a una parte fija: soporte de cojinete respecto a bancada, ban-



*El mantenimiento predictivo (M.P.) tiene como misión detectar los estados de alarma y peligro de las máquinas y la velocidad de avance de éstos.*

cada respecto al resto de la estructura del edificio o a tierra, eje respecto a soportes de cojinetes, edificio completo respecto a tierra, etc.

Con muy pocas excepciones, los problemas mecánicos son los causantes de vibración en las máquinas. Sería imposible mencionar todos los problemas que se puedan presentar en una máquina, por eso resaltaremos sólo los más comunes. Estos son:

- Desequilibrios.
- Desalineamiento en acoplamientos y/o cojinetes.
- Ejes combados.
- Engranajes desgastados, excéntricos o dañados.

- Cadenas o correas de transmisión en malas condiciones.
- Rodamientos en mal estado.
- Holguras.
- Variaciones de par.
- Fuerzas electromagnéticas.
- Fuerzas hidráulicas.
- Rozamientos.
- Resonancias.

## RIESGOS CONTRA LA SEGURIDAD E HIGIENE DE LAS PERSONAS EVITADOS A TRAVES DEL M.P.

Es hora ya de concretar qué riesgos contra la seguridad e higiene de



*Cualquier defecto en una máquina lleva asociado un incremento en el nivel de vibración perfectamente detectable mediante una medición.*

las personas se evitan, o al menos se controlan, con el M.P.

A este respecto señalaremos los más importantes, que son:

- Vibraciones.
- Ruidos.
- Proyecciones de partes de piezas giratorias despedidas por efecto de la fuerza centrífuga.
- Roturas de piezas (ejes, tornillos, etc.).
- Calentamientos excesivos.

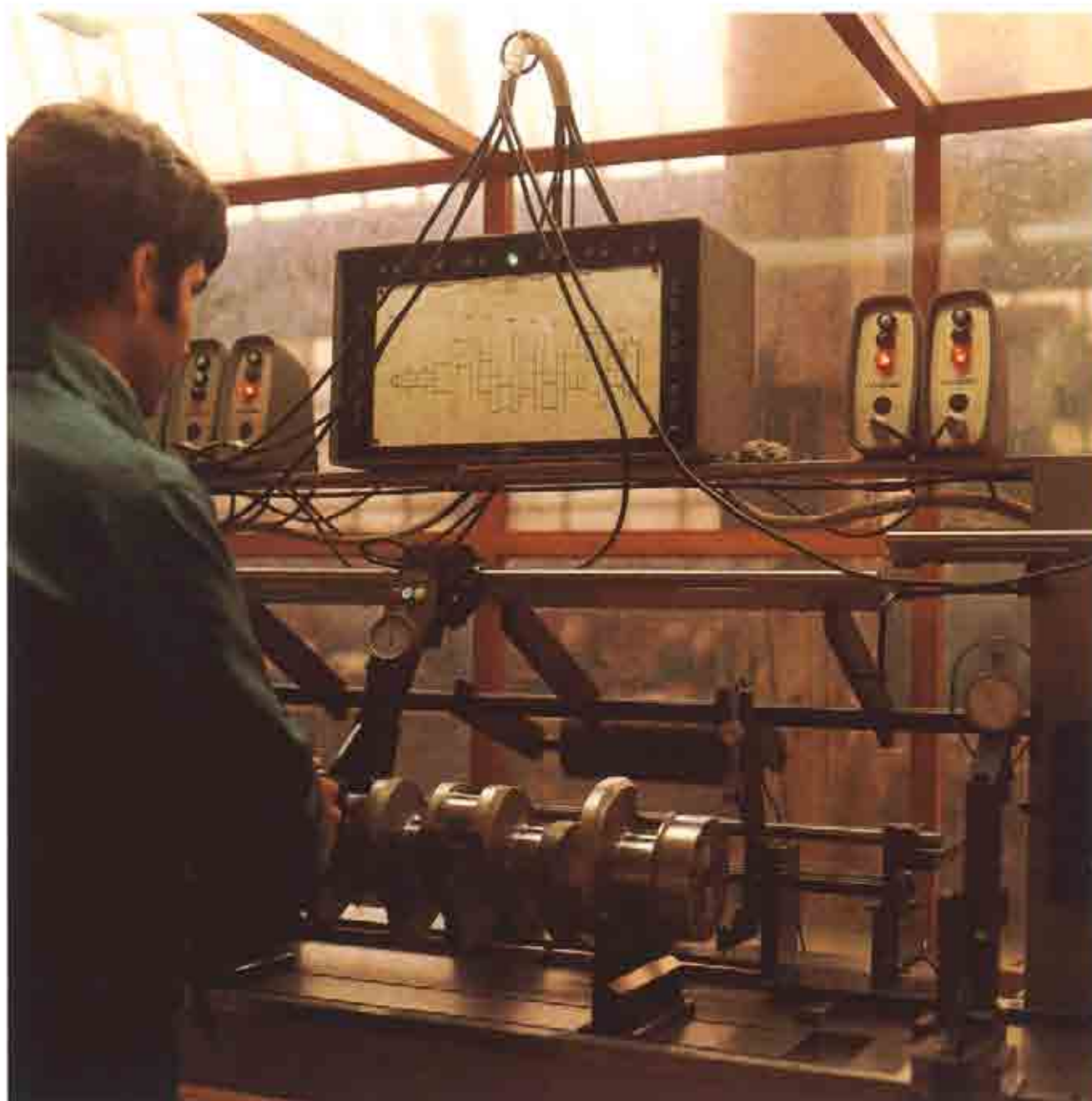
Estos cinco riesgos configuran el 90 por ciento de los riesgos potenciales contra la seguridad e higiene

de las personas en las máquinas rotativas, y el M.P. tiene como una de sus misiones fundamentales el detectarlos en su fase inicial, vigilar la evolución de los mismos, determinar el momento en que es necesario intervenir sobre la máquina para eliminarlos, intervenir en determinados casos y proponer reformas en las máquinas para que se reduzcan los mismos.

Se comprende que la medida y análisis de vibraciones son fundamentales para detectar vibraciones nocivas para la salud de las personas.

El ruido no es más que una vibración transmitida a través del aire hasta el oído humano, luego es lógico pensar que la mejor forma de combatirlo es eliminar la fuente que lo produce, que no es más que una vibración mecánica producida por algún funcionamiento deficiente de una parte mecánica o a veces incluso eléctrica de la máquina. Una máquina sin vibración no emite ruidos.

Las proyecciones de partes de piezas giratorias son originadas por la fuerza centrífuga, tan elevada en aquellas piezas giratorias de alto número de revoluciones y/o elevado



*El mantenimiento correctivo tiene la misión de modificar aquellas partes de la máquina cuyo diseño ponga en peligro la seguridad de las personas.*

momento de inercia (como pueden ser volantes, rotores de ventiladores, soplantes, turbinas, bombas, etc.).

Los desequilibrios habidos en dichas piezas son normalmente los causantes de este tipo de riesgo y son fácilmente detectables a través del M.P., que, además, permite el reequilibrado de dichos rotores de una forma sencilla y efectiva (con la exactitud que se precise), con el rotor colocado en una bancada apropiada de equilibrado o incluso *in situ*, es decir, sin desmontarlo de la máquina.

En muchos casos, las roturas de

piezas de una máquina trae consigo un elevado riesgo para la seguridad de las personas (piénsese en una rotura del eje a la salida del freno en un montacargas, en una grúa, en un sistema de elevación del brazo del rodete de una excavadora, etc., o en la rotura de un elemento estructural que ponga en peligro la consistencia de toda la estructura).

Un gran porcentaje de estas roturas es producido por fatiga del material, originada por los sobreesfuerzos alternativos producidos por las vibraciones.

Contra esto lo mejor es, una vez

más, en principio, detectar el problema, que casi nunca es detectable a simple vista, y luego eliminarlo (en muchos casos el citado problema es originado simplemente por un mal alineamiento, que, al igual que el desequilibrio, es fácilmente detectable y corregible por medio de las técnicas del M.P.).

En el caso de las estructuras, la solución consiste en detectar resonancias en elementos estructurales y modificarlos para alejar las frecuencias de resonancia de las excitadoras (de giro de elementos rodantes, por ejemplo), labor que se



*Cualquier defecto en una máquina lleva asociado un incremento en el nivel de vibración.*

está estudiando cada vez más desde el proyecto de la estructura con el fin de evitar estos problemas.

Como ya es sabido, el M.P. se encarga de detectar, controlar y ofrecer soluciones a todo lo que acabamos de comentar.

Los calentamientos son producidos por defectos en el engranaje o en las superficies de los elementos rodantes (piénsese en un rodamiento con las pistas con hoquedades o en dientes de engranajes rugosos o con *pitting*).

Estos calentamientos pueden llegar a ser de centenares de grados

centígrados, con el consiguiente riesgo que esto supone para las personas, pero, además, en toda máquina con cárter de aceite podría suponer el calentamiento del aceite, desprendimiento de gases y posterior explosión.

La mejor forma de evitar los calentamientos es controlando las vibraciones, detectando y resolviendo las averías de los elementos rodantes antes de que se lleguen a producir estos.

De lo expuesto anteriormente se deduce la importancia del M.P. como factor de vigilancia y mejora de la

seguridad e higiene de las personas, pero hay algo más que todavía no se ha comentado, y es de gran importancia: aprovechando que periódicamente los operadores de M.P. han de personarse en las máquinas, tomando medidas en todos los puntos clave, es este operario, conocedor en profundidad de las mismas y acostumbrado a la observación de pequeños detalles que identifiquen averías, el más indicado para elaborar un listado de defectos encontrados, al margen de las vibraciones, ruidos y temperaturas que permitan detectar averías o riesgos contra la

FRECUENCIA	REF <sup>a</sup> MAQUINAS	SINTOMAS Y EFECTOS EN EL ORGANISMO
Muy baja: 1,5 Hz	Tambores y cintas.	Trastornos en sistema nervioso central, náuseas y mareos.
Baja: 1,5-16 Hz	Reductores y motores eléctricos de cintas.	Sobreestrés, lesiones en ciertos tejidos, aumento del consumo de oxígeno, respiración forzada, síntomas neurológicos.
Alta: 40 Hz	Perforadoras neumáticas.	Lesiones osteoarticulares.
Alta: 40 ÷ 300 Hz	Martillos y sierras.	Síndrome de Raynaud.
Alta: 300 Hz	Pulidoras y desbarbadoras.	Trastornos en huesos, articulaciones, músculos, vasos sanguíneos y nervios de manos y hombros.

salud de las personas, convirtiéndose de esta forma en verdaderos inspectores de mantenimiento y de seguridad (ejemplo de esto pueden ser las observaciones de tornillos flojos o rotos, trámex en mal estado o desmontado, grietas en carcasas o ejes, aceite en mal estado, etc.).

Tampoco nos podemos olvidar de la propia seguridad de estos operarios de M.P., cuyo trabajo es en multitud de ocasiones incómodo e inseguro, pues deben llegar a todos los puntos de todas las máquinas, estén donde estén, siendo imprescindible que la máquina esté en funcionamiento y bajo carga.

### DEFECTOS DE LAS VIBRACIONES Y RUIDOS EN EL ORGANISMO DE LAS PERSONAS

Aun no siendo el objetivo de este artículo, creemos conveniente dedicar unos párrafos a enumerar aquellos defectos más importantes de las vibraciones y ruidos en el organismo de las personas, por ser los menos conocidos y para mostrar la importancia que tiene el M.P. como detector y corregidor de los fenómenos que dan lugar a estos defectos.

En todo caso, lo que figura en el cuadro anterior no puede ser considerado más que como grosera generalización, ya que los efectos de la vibración pueden variar por diversas causas, que podemos clasificar en dos grupos.

a) Causas extrínsecas, como son la frecuencia, la variación en el tiempo, la amplitud, la dirección y el punto de aplicación de la vibración, así como la interacción entre cuerpo y energía absorbida y los efectos de las prendas de vestir.

b) Causas intrínsecas, como el tamaño del cuerpo, la postura corporal y la tensión del cuerpo.

Como colofón, presentaremos a continuación un cuadro presentando aquellas causas más comunes de vibración, clasificándolas en alta o baja frecuencia.

#### ALTA FRECUENCIA

Rodamientos defectuosos.  
Engranajes.  
Rozamientos.  
Cavitación en bombas.  
Piezas rotas.

#### BAJA FRECUENCIA

Rotores desequilibrados.  
Desalineamientos.  
Embragues resbaladizos.  
Excentricidades.  
Correas desgastadas o flojas.  
Vibraciones torsionales producidas por pares pulsantes en motores eléctricos y alternativos.  
Holguras.

En cuanto al ruido se refiere, son bien conocidos sus efectos en cuanto a la pérdida de función auditiva que pueden derivar en sordera, así como malestar, dolor de cabeza, irritación, etc.

Como ya se ha dicho, los ruidos provienen de vibraciones mecánicas, por lo que podríamos aplicar lo ya dicho antes acerca de la clasificación de las causas.

### SEVERIDAD DE LAS VIBRACIONES Y RUIDOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE MANTENIMIENTO DE LAS MAQUINAS Y DE LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS

Para evaluación completa de la importancia de una vibración en una máquina, así como para la importancia de la misma desde el punto de vista de la seguridad, se tendrán en cuenta los aspectos siguientes:

- Nivel global de la vibración
- Características de su espectro.

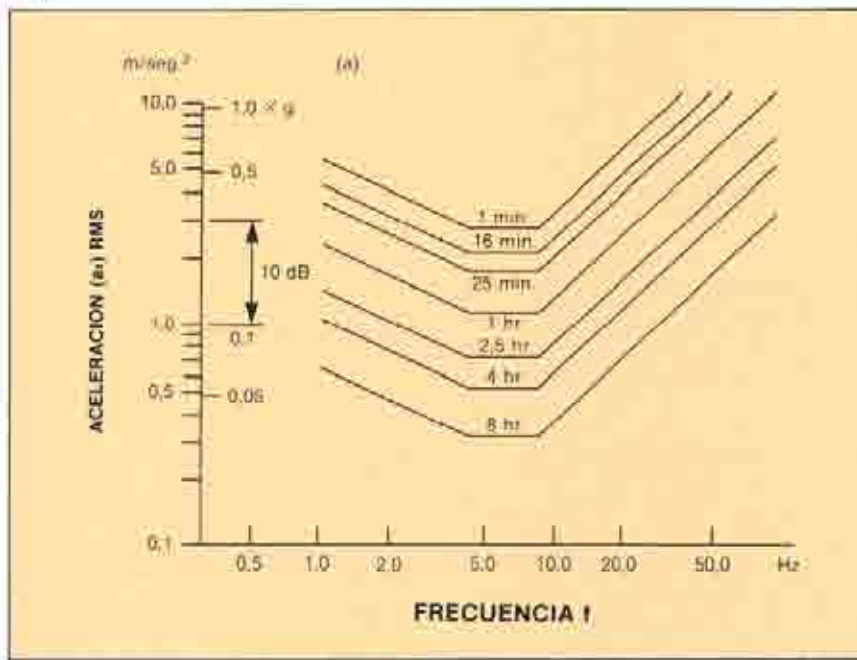
En definitiva, los gráficos de tendencia y los espectros tomados en la máquina antes de cada avería, junto con los espectros base, proporcionan la mejor referencia para la adopción de medidas relativas a parada de una máquina o programación de una reparación.

Es decir, las medidas históricas de una máquina servirán de referencia para la evaluación, de su estado en un momento determinado, ya que son específicas de la máquina o equipo en cuestión.

Cuando se carezca de esta información, es decir, en la puesta en marcha del M.P., así como en la recepción de maquinaria nueva, es necesario acudir a normas estándar, aceptadas internacionalmente y que son los llamados criterios de severidad, *cartas de severidad*; desde el

*Las medidas históricas de una máquina servirán de punto de referencia para la evaluación de su estado en un momento determinado, ya que son específicas de cada máquina o equipo en cuestión.*

Fig. 1



punto de vista técnico se encuentran en ISO 2372, IRD, VDI 2036, etc.

Desde el punto de vista de la seguridad e higiene de las personas, la norma ISO 2631 recoge una guía general para definir la tolerancia humana a toda vibración, y define tres límites distintos de dicha vibración.

a) Los límites de exposición están orientados a la conservación de la seguridad (o la salud) y no deben sobrepasarse sin una justificación especial.

b) Los entornos de fatiga o disminución de rendimientos están orientados a conservar la eficiencia de trabajo.

c) Los entornos de reducción de confort se refieren a la conservación del confort.

La figura 1 nos muestra los límites de fatiga o falta de eficiencia para una vibración vertical (de la cabeza a los pies, eje Z), que está definida en valores RMS (globales) de aceleración como una función de la frecuencia.

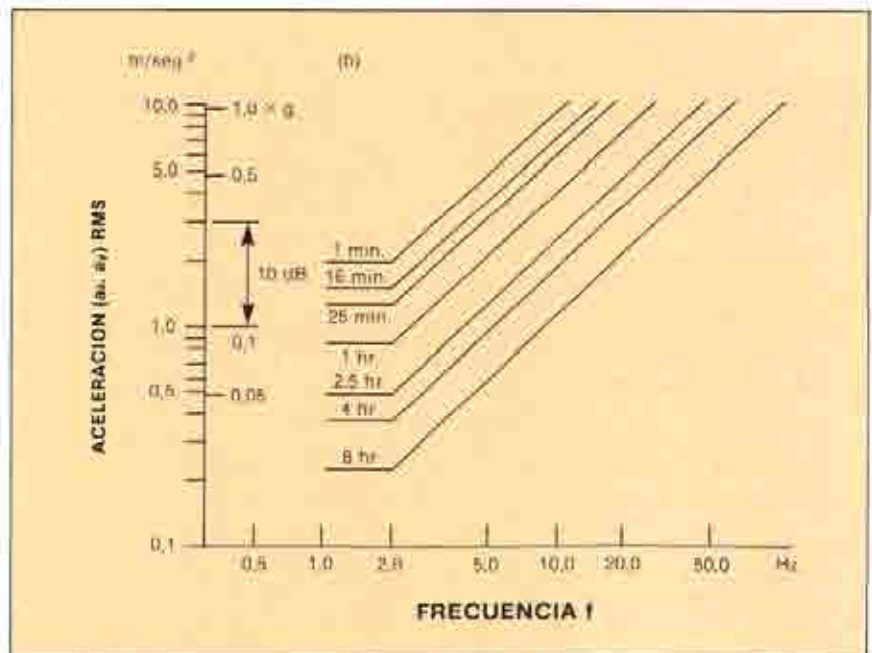
Puede verse que cuando aumenta la media diaria de tiempo de exposición, los límites disminuyen.

Los límites de fatiga o disminución de eficacia por vibración lateral (de lado a lado, eje Y, y de barbilla a espalda, eje X), se aprecian en la figura 2.

Cuando la vibración tiene lugar simultáneamente en más de una dirección se aplican a cada componente vectorial en los tres ejes los límites correspondientes.

*La misión del mantenimiento preventivo es la de reducir lo máximo posible la velocidad de deterioro de la máquina, retardando, por tanto, la llegada de los niveles de alarma y los peligros.*

Fig. 2



En lo que se refiere al ruido, los criterios de severidad vienen fijados por el Real Decreto 1316/1989 (B.O.E. 2-11-89) en el que se regula la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, de donde extractamos lo siguiente:

— Con el fin de reducir al nivel más bajo técnica y razonablemente posible en el origen el nivel de ruido en instalaciones o máquinas, los empresarios que adquieran un equipo de trabajo deberán requerir del fabricante, importador o suministrador del mismo la información prevista en el artículo 10, que será como mínimo:

- El nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A si éste es superior a 80 dB (A).
- El nivel pico, siempre que supere 140 dB.

— Se ha de evaluar la exposición de los trabajadores al ruido para ver si superan los límites o niveles establecidos en la norma, dicha evaluación requiere:

- Evaluar los puestos existentes el 1-1-90 y tener esta información antes del 31-3-90.
- Evaluar adicionalmente cada vez que se cree un nuevo puesto o se modifique otro.
- Periódicamente, que puede ser anual si el nivel diario equivalente o de pico supera 85 dB (A) o 140 dB (A), o cada tres años si el nivel diario supera los 80 dB (A).





Una de las misiones fundamentales del mantenimiento es detectar los riesgos en su fase inicial, vigilar su evolución y determinar el momento de la intervención para eliminarlos.

- Si en la evaluación se obtienen valores superiores a 90 dB (A) en el nivel diario equivalente o 140 dB en el nivel pico hay que analizar los motivos y desarrollar un programa con el fin de reducir la generación y propagación del ruido, obligando en todo caso a los trabajadores, mientras se pone en funcionamiento éste plano de reducción de ruido, a emplear protección personal y a realizar controles auditivos anuales.

- Si el riesgo es alto y es posible hacer una delimitación física del puesto, se puede restringir el acceso.

Teniendo en cuenta estos tres criterios de severidad, es decir, el técnico, por el cual sabremos en qué estado se encuentran los elementos de la máquina desde el punto de vista técnico y cuánto tiempo más

*El mantenimiento correctivo consiste en volver a situar la máquina en la mejor condición posible, después de haberse producido el fallo. Es el momento de modificar aquellas partes de la máquina cuyo diseño ponga en peligro la seguridad e higiene de las personas relacionadas con ella.*

pueden durar sin que sobrevenga la rotura, y el de seguridad e higiene de las personas relativo a vibraciones y ruidos, en base al tiempo de exposición de dichas personas a las vibraciones y ruidos, confeccionaremos los límites que definen los niveles de alarma y peligro para cada máquina, cada punto y, en algunos casos, cada parámetro medido.

El nivel de alarma sobrevendrá cuando el grado de deterioro es tal que, tanto desde el punto de vista técnico como de seguridad, la máquina puede continuar trabajando durante algún tiempo más, pero con una vigilancia continua a través de las vibraciones que produce, para lo cual se aumentará la frecuencia de medición, que, como máximo, será mensual.

El nivel de peligro sobrevendrá cuando el grado de deterioro es tal

*En el caso del ruido, en ocasiones no queda más remedio que proceder a la colocación de pantallas, barreras acústicas o aislar totalmente la máquina.*

que aconseja parar la máquina cuanto antes y reemplazar el elemento deteriorado.

#### **FORMA DE REDUCIR O ELIMINAR LAS VIBRACIONES O RUIDOS.**

La mejor forma de reducir o eliminar las vibraciones o ruidos en las máquinas es intervenir en la fuente productora de los mismos. Cuando un elemento dinámico de una máquina está nuevo, el nivel de vibración y ruido, si está bien diseñado, es mínimo, y esto debe exigirse siempre (ahora incluso es obligatorio, véase el Real Decreto 1316/89, antes citado) al fabricante en la recepción de la máquina; el ruido y las vibraciones comienzan a surgir cuando empiezan a aparecer defectos en las superficies rodantes o deslizantes, y a medida que dichos defectos van avanzando, las vibraciones y ruidos van aumentando, hasta que llega un momento en que o la pieza no se puede mantener más tiempo sin correr grave riesgo de rotura o bien el ruido y vibración supera los límites de seguridad, se llega al nivel de peligro y es necesario cambiar el elemento deteriorado por otro nuevo.

Sin embargo, existe otra serie de situaciones productoras de vibraciones y ruidos en las máquinas rotativas tanto o más peligrosas que las anteriores y que no tienen nada que ver con el deterioro de sus ele-



*Los engranajes defectuosos son una de las mayores fuentes de producción de ruidos y vibraciones.*

mentos, que son los desequilibrios y desalineamientos.

Estas dos situaciones comportan alrededor del 70 por ciento de las causas de vibraciones y ruidos, y por su nivel de frecuencia (entre 16 y 34 Hz) están situadas en un intervalo donde las vibraciones molestan más al cuerpo humano.

El reequilibrado y realineado de las máquinas hasta dejarlas en niveles aceptables es sencillo utilizando el instrumental y los conocimientos usados para el control de vibracio-

nes, y se puede hacer *in situ* o en el taller, siendo una de las misiones del M.P.

Otro elemento que produce mucha vibración y ruido son los engranajes, sobre todo los cónicos, cuando el contacto entre dientes no es adecuado, corrigiéndose fácilmente en el taller con el ajuste de holguras, perpendicularidad o paralelismo de ejes, etc., cuando no se trata de un defecto de diseño o tallado de los dientes.

Un mal diseño de una máquina



*Un análisis periódico de la máquina evitará ciertas sorpresas desagradables y ahorrará muchos accidentes.*

puede conducir a que las frecuencias de resonancia de alguno de sus elementos o de la estructura que la soporta coincida con la frecuencia de giro de alguno de sus elementos, con lo que las vibraciones y ruidos serán elevados e incluso existirá serio peligro de rotura prematura de dichos elementos. Esto se corrige aumentando la rigidez y masa de los mismos, o bien el amortiguamiento a través de amortiguadores colocados estratégicamente, o también a través de los absorbedores de vibraciones,

que son dispositivos que absorben por sí mismos la vibración, eliminándola de los elementos donde van colocados.

La misma solución de rigidez, amortiguadores, absorbedores e incluso independización de estructuras es la que se adopta en caso de que la vibración de una máquina se transmita a través del suelo a otras máquinas o puestos de trabajo.

En el caso del ruido, en ocasiones no queda más remedio que proceder a la colocación de pantallas o barre-

*La mejor forma de reducir o eliminar las vibraciones o ruidos en las máquinas es intervenir en la fuente productora de los mismos.*

ras acústicas e incluso a aislamientos totales en máquinas en las que no es posible reducir el ruido, eliminando vibraciones, como pueden ser grupos hidráulicos de presión, raspadoras de banda, chorreadoras, etc.

No obstante, en la mayor parte de las máquinas rotativas con accionamiento eléctrico o mecánico es suficiente con reducir vibraciones para eliminar el ruido.

## CONCLUSIONES

El único objetivo propuesto en este artículo ha sido el de dar a conocer un nuevo enfoque del M.P., que a menudo está olvidado, y es la conexión entre la parte técnica (vida de las máquinas) y la parte humana (seguridad e higiene de las personas) que este tipo de mantenimiento es capaz de conjuntar, y de ahí la importancia, cada vez más creciente, que está teniendo, aparte de su importancia económica, que es tan atractiva que merecería ser objeto de estudio para otra ocasión.

Desgraciadamente, en nuestro país todavía no son conocidos muy a fondo estos dos aspectos del M.P., ni tampoco el aspecto técnico, pues en muchas ocasiones se compara al analista de M.P. con el brujo; esperamos haber contribuido a su conocimiento a través de este trabajo. ■