



Errores típicos en la interpretación de la Curva P-F

A pesar de la gran relevancia y apariencia simple, la curva P-F sigue siendo una gran desconocida por muchos profesionales del mantenimiento. El correcto conocimiento de la curva P-F es imprescindible para cualquier profesional del mantenimiento, pues, si no se tienen claros estos conceptos, no será posible aplicar las estrategias aconsejadas por el RCM, que son la base para la optimización de los planes de mantenimiento.

PALABRAS CLAVE:

Mantenimiento, Curva P-F

Despite the highly relevant and simple appearance, the P-F curve remains largely unknown by many maintenance professionals. The correct knowledge of the P-F curve is a must for any professional maintenance, if not have clear these concepts, you can not apply the strategies recommended by the RCM, which are the basis for optimizing maintenance plans.

KEYWORDS

Maintenance, Curve P-F

Francisco Ballesteros Robles

Responsable de Formación en Preditec/IRM

EL MANTENIMIENTO CENTRADO en la fiabilidad o confiabilidad (RCM: Reliability Centered Maintenance) se ha convertido en la forma principal de optimizar los planes de mantenimiento. El RCM tiene como pilar fundamental la estrategia predictiva y aconseja que esta estrategia se aplique siempre que:

1. Existan parámetros indicadores de modos de fallo que sirvan para la supervisión y el diagnóstico predictivo de la máquina.
2. Que el desarrollo del fallo no siga un patrón de desgaste, sino aleatorio.
3. La inversión en la monitorización de la máquina se recupere.

La curva P-F refleja perfectamente cuándo, cómo y, sobre todo, por qué debe aplicarse la estrategia predictiva para la optimización de los planes de mantenimiento.

A pesar de la simplicidad que aparenta la curva P-F, muchos autores han cometido graves errores al interpretarla. En este artículo vamos a comentar los errores más comunes cometidos al presentar la curva P-F.

LAS CURVAS P-F

Aunque la primera curva P-F aparece en 1978 en el informe "Reliability Centered Maintenance" de Nowlan & Heap [1], existen otras gráficas que, aunque aparentemente diferentes, esconden el mismo fondo. Especialmente quiero mencionar una gráfica similar, que relaciona la vibración/ruido con el transcurso del tiempo, que aparece en el "Manual SKF de mantenimiento de rodamientos" [2] (Figura 1).

Comenta Ricky Smith en el blog The Maintenance Phoenix (PF Curve 101 – Keeping it simple) [3], que en una encuesta realizada por él mismo solamente un 10% de los profesionales de mantenimiento conocían la curva P-F, y de ellos solamente el 1% entendía realmente su significado.

En la curva de la Figura 2 observamos lo siguiente:

•I: es el momento de la instalación. La etapa previa a I es la fase de diseño, construcción y puesta en servicio.

•FSP: es el momento cuando se produce el fallo, pero este punto no es realmente identificable, porque el fallo todavía no es detectable.

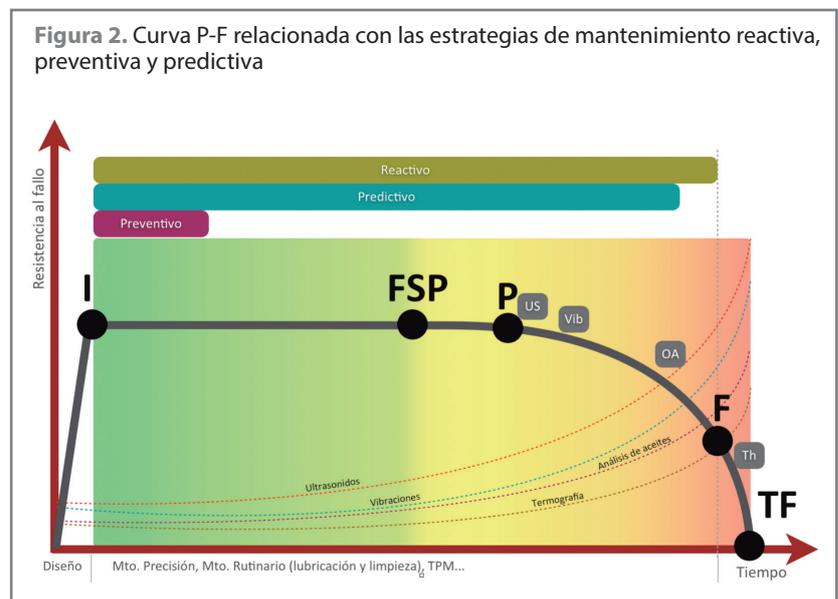
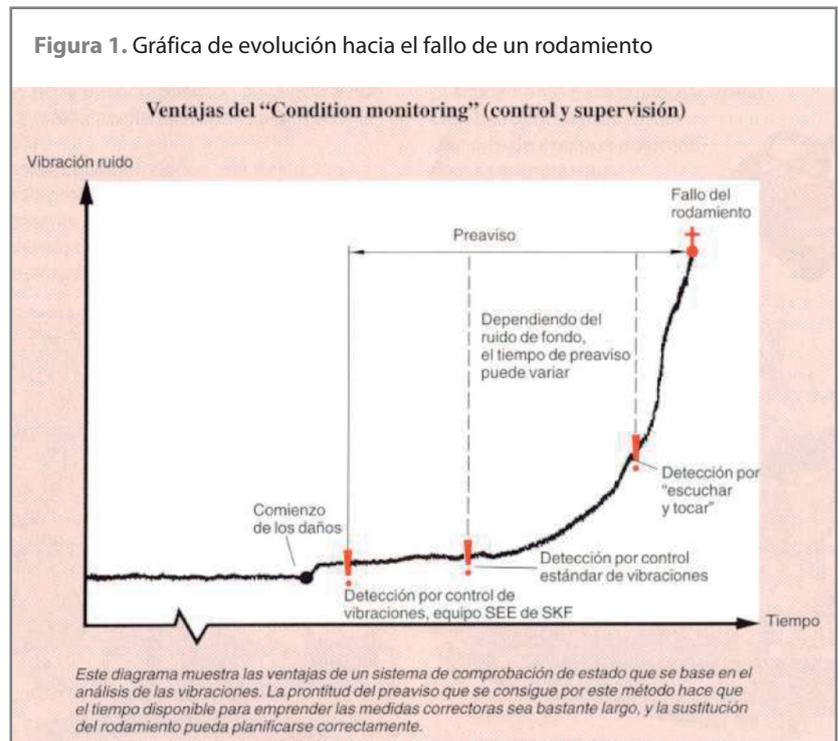
•P: es el momento en el que se detecta el fallo mediante alguna técnica predictiva, prueba o inspección.

•F: es el momento en el cual la máquina sufre un fallo funcional. Por

ejemplo, si una bomba debe dar un determinado caudal o presión, y por un fallo no alcanza el nivel mínimo requerido para el proceso.

•TF: es el momento donde la máquina alcanza su fallo total, a veces catastrófico.

En esta curva observamos, además, cómo las estrategias predictiva y preventiva obtienen más rendimiento del activo que la estrategia preventi-



va. Concretamente, para elementos como los rodamientos el paso de la estrategia preventiva a la predictiva puede llegar a multiplicar por cinco su duración [4].

ERRORES TÍPICOS EN LA INTERPRETACIÓN DE LA CURVA P-F

A continuación se enumeran una serie de errores que se encuentran en algunas de las curvas P-F publicadas:

1. El error más común es no distinguir entre fallo funcional (F) y fallo total o catastrófico (TF). El fallo funcional se produce cuando el activo productivo no es capaz de responder al 100% a las exigencias de operaciones; el fallo total se produce cuando el activo no es capaz de operar en absoluto, y el fallo catastrófico se da en aquellos casos en los cuales el activo se autodestruye como consecuencia de su operación más allá de sus límites seguros.

2. Hay autores que sitúan el punto P cuando comienza el desarrollo del fallo, pero P es el momento en el cual se detecta por primera vez el fallo.

3. Para cada modo de fallo existe un único intervalo P-F, que está definido por el primer signo de fallo. Algunos autores hablan de varios intervalos P-F, uno por cada parámetro de supervisión. Esto complica la técnica sin aportar ningún valor.

4. Algunos autores intentan situar los dominios reactivo, predictivo, preventivo e, incluso, protectivo. Un error relativo al dominio protectivo es ubicarlo únicamente en la última fase de la vida de un activo. Los sistemas de protección operan desde la puesta en servicio del activo, no únicamente al final de su vida.

5. El dominio predictivo es situado a veces en el intervalo que va desde el punto P hasta que el fallo es detectable sin técnicas especiales. Esto no es cierto: el dominio predictivo engloba toda la vida del activo, desde que se pone en servicio hasta que se elimina.

6. Otros autores asumen que se van

a aplicar simultáneamente las estrategias de mantenimiento preventivo de calendario y mantenimiento, según condición. Es decir, como estrategia prioritaria se aplica el mantenimiento a intervalos fijos, a la vez que se monitoriza la máquina. En el caso de que se detecte un fallo en desarrollo, se adelanta el mantenimiento programado, pero en ningún caso se aplaza, a pesar de que no se detecten fallos en desarrollo. Lo ideal, lo que recomienda RCM, es que para cada modo de fallo se seleccione la estrategia más adecuada de entre la predictiva, preventiva o reactiva. Si solamente aprovechamos la monitorización para evitar averías en la etapa inicial tras la puesta en servicio de un activo, nos perdemos la mayor parte de los beneficios que reporta la estrategia predictiva.

7. Hay autores que sitúan el punto F en el punto de "disparo" de la máquina, es decir, el momento en el cual actúan los relés de paro de una máquina crítica. El punto F es el punto en el cual la máquina pierde su función. Este punto puede situarse mucho antes del punto de disparo (trip).

8. Algunos autores sitúan el punto F como la fecha en la cual se han de programar las actividades de mantenimiento. Esto no es cierto: las actividades de mantenimiento se han de programar en cualquier momento dentro del intervalo P-F, pero no exactamente en el punto F; esa optimización es imposible. El punto F no se puede predecir con exactitud y, una vez alcanzado, la producción se resentirá; luego, no conviene sobrepasarlo. Por lo tanto, para evitar sobrepasar el punto F, siempre intentaremos actuar antes de llegar al fallo funcional (F). Si el sistema alcanza el punto F, en realidad se está aplicando la estrategia reactiva.

9. Existen algunas gráficas de la curva P-F, donde se añaden las estrategias de precisión, predictiva, preventiva o al fallo, pero sin ningún significado inteligible. El dominio del mantenimiento de precisión o el proactivo es todo el ciclo de vida del activo, incluso las fases de diseño, instalación y pue-

ta en marcha. Ya hemos comentado también que el mantenimiento predictivo no se aplica parcialmente en intervalos concretos, sino que es de ámbito global y además es excluyente con el mantenimiento preventivo a intervalos fijos o el mantenimiento reactivo o al fallo.

10. En algún otro caso se relacionan los puntos de alerta y disparo de la máquina con el punto F. Estos puntos no tienen por qué estar cercanos, puesto que una máquina puede estar rindiendo al 100% hasta su punto de disparo, o bien puede aparecer el fallo funcional y estar todavía muy lejos de la zona de operación peligrosa para la propia máquina.

LA CURVA P-F NO SIEMPRE ES APLICABLE

Se da por hecho que siempre existen parámetros de supervisión de modos de fallo para que pueda componerse la curva P-F, pero esto no siempre es así. A veces no existe ningún parámetro de supervisión que indique cómo el fallo potencial va evolucionando. En ese caso no es posible aplicar la estrategia predictiva y se tendrán que buscar otras opciones.

En otras ocasiones la velocidad de evolución al fallo es tan rápida que, aunque es posible configurar la curva P-F, el intervalo entre P y F es tan corto que no se puede dar un aviso para actuar con la antelación suficiente.

Por su parte, a veces los costes de la monitorización no se compensan con los beneficios que produce la detección temprana de los fallos en desarrollo. En esos casos tampoco tiene sentido hablar de la curva P-F, porque entonces no aplicaremos la estrategia predictiva para mitigar esos modos de fallo.

Bibliografía

[1] Nowlan & Heap, Reliability Centered Maintenance, 1978

[2] SKF, Manual SKF de mantenimiento de rodamientos

[3] Ricky Smith, PF Curve 101 - Keeping it simple, The Maintenance Phoenix (maintenancephoenix.com), 2013

[4] Francisco Ballesteros Robles, Qué nos perdemos si ignoramos la estrategia predictiva, 2016