



ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO: MODOS DE FALLA VERSUS EQUIPOS

AUTOR: CARLOS MARIO PÉREZ JARAMILLO

ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO: MODOS DE FALLA VERSUS EQUIPOS

INTRODUCCIÓN

De manera poco responsable se ve, se lee y se escucha con frecuencia en foros, artículos, tesis de grado, documentos y textos el inexplicable error de aplicar tratamiento de datos de igual manera a los modos o causas de falla y a los activos como un todo.

Esto es un contrasentido porque son dos temas totalmente diferentes; resumir en un sólo “evento” las fallas de un equipo es poco responsable y no lleva las decisiones al nivel útil: el modo de falla.

El modo de falla se compone de un elemento y un estado de este que provoca la falla funcional, o estado de falla; en algunas muy pocas y contadas ocasiones es el componente y no el elemento el que causa este estado de insatisfacción del usuario del activo.

El mantenimiento se maneja a nivel de equipos, máquinas, o activos como suelen llamarse ahora, cuando se trata de la taxonomía, los costos y su relación con los procesos; se maneja a nivel de sistemas o componentes del activo cuando se trata de segmentar las estrategias de mantenimiento y cuando se quiere tener un registro detallado de intervenciones y costos asociados; pero para registrar eventos, averías y tener lo que se conoce como un catálogo de fallas se debe usar el modo de falla. El nivel de elemento es el que permite gestionar y definir estrategias sobre modos de falla, y también se requiere para administrar el despiece de los activos.

En resumen, el mantenimiento debe gestionarse a este nivel para poder:

- Gestionar las órdenes de trabajo.
- Generar el plan de mantenimiento: definirlo, configurarlo y ejecutarlo.
- Realizar discusiones sobre los eventos de falla.
- Generar una estrategia de inventarios.
- Hacer análisis correctos de causa raíz.
- Aplicar una gestión estadística responsable.

MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS

En la literatura de buenas prácticas sobre gestión de mantenimiento se habla sobre algunos principios, uno de ellos directamente relacionado con el tema en cuestión y es este: “los elementos se deterioran, pero el equipo es el que falla”.

Entonces, si bien un evento de falla finalmente se percibe a nivel de equipo o máquina, son los elementos que lo componen los que presentan el modo de falla. Al comprender esto, es claro que los análisis se requieren a un nivel de detalle más adecuado.

En las siguientes gráficas se presentan algunos números que facilitan entender este principio. En estas se ilustra la cantidad de modos de falla que fueron identificados en análisis de RCM2 a componentes que

pertencen a diferentes equipos; se incluye información relevante sobre sus especificaciones y características para entender la variabilidad, y como es poco responsable concatenar centenares de modos de falla en un único de ellos.

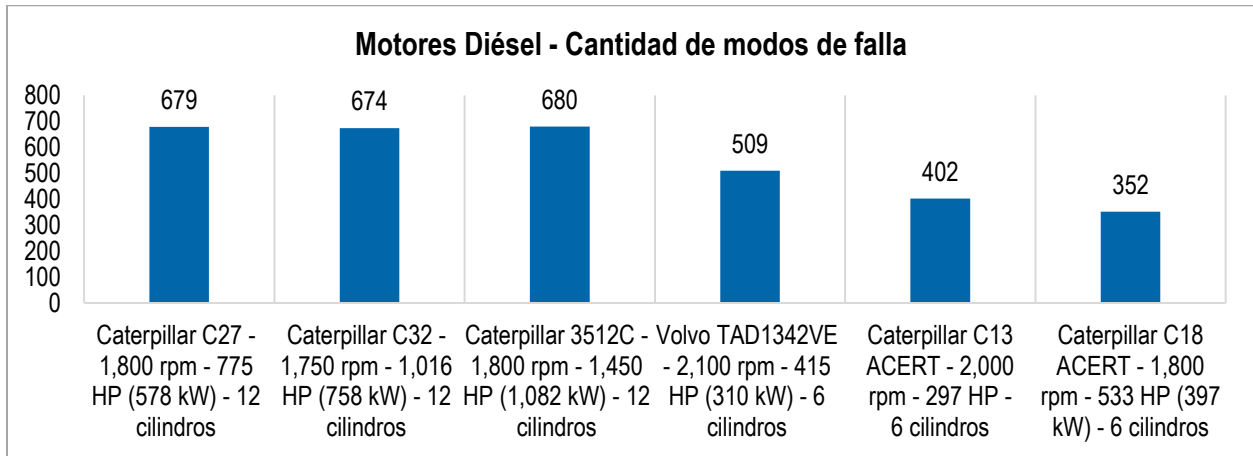


Figura 1. Modos de falla – motores diésel

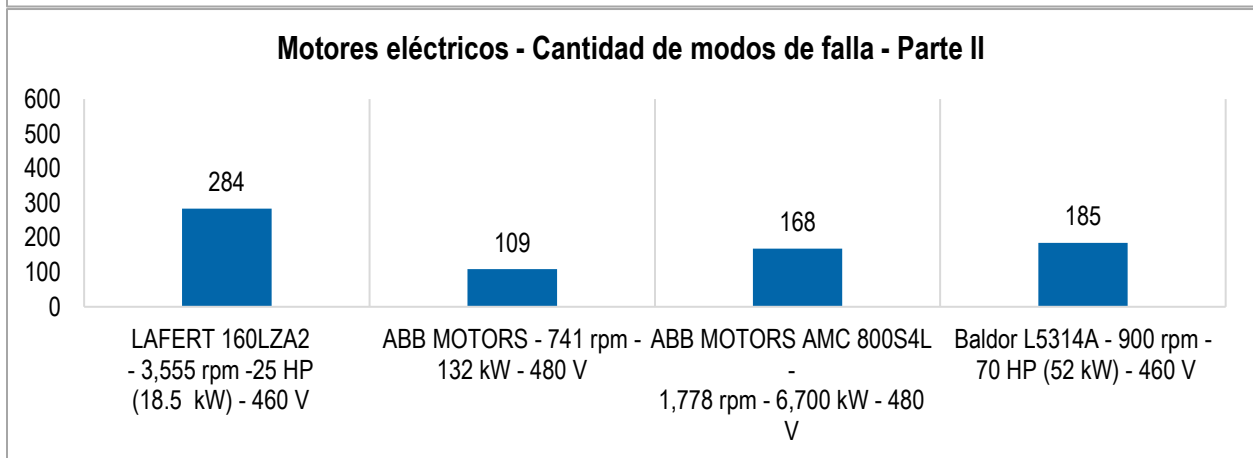
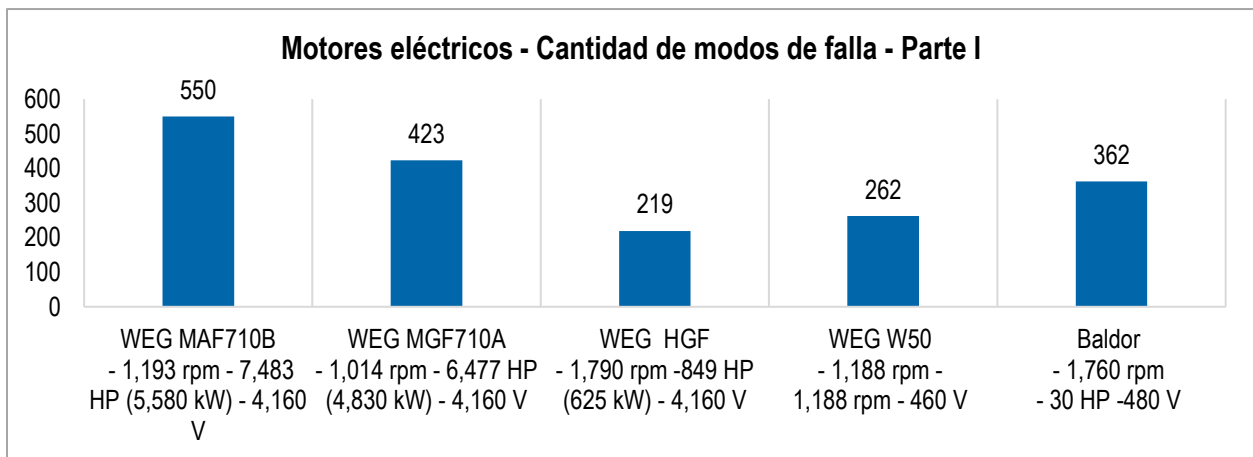


Figura 2. Modos de falla – motores eléctricos

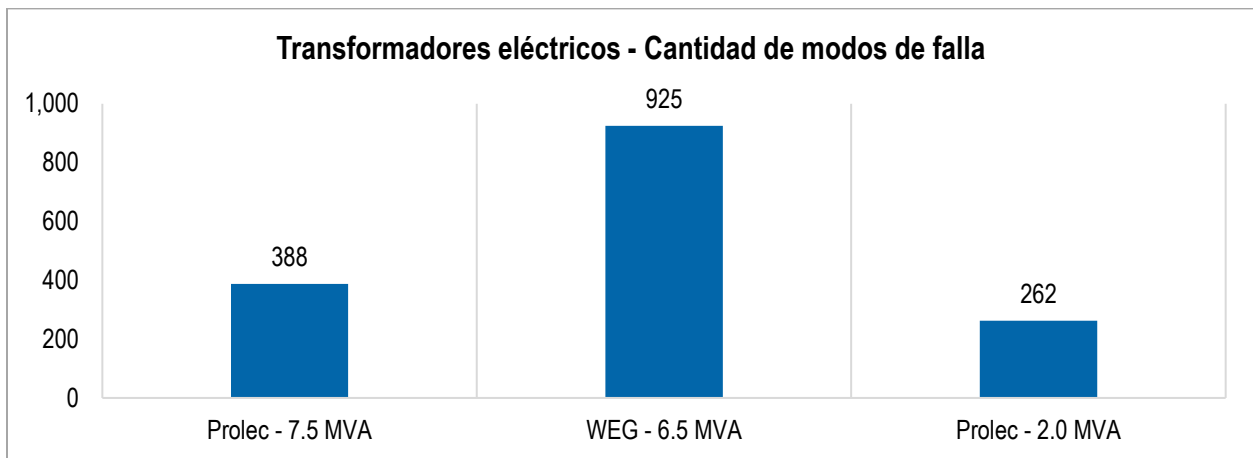


Figura 3. Modos de falla – transformadores eléctricos

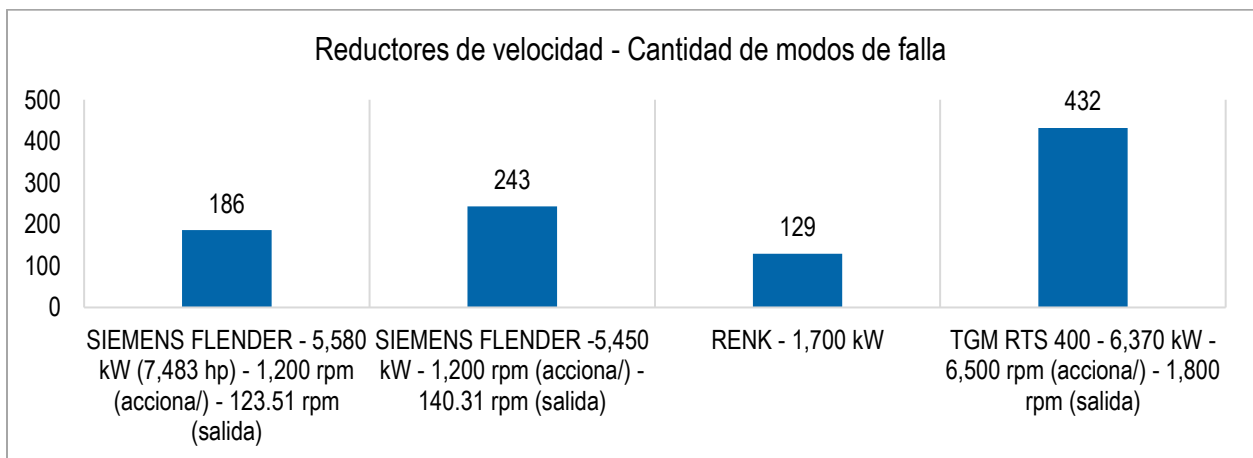


Figura 4. Modos de falla – reductores de velocidad

Como puede observarse, para cada componente se pueden listar decenas o cientos de modos de falla, no es uno sólo pues estos componentes tienen elementos que pueden fallar de múltiples maneras, incluyendo categorías tales como:

- El desgaste
- La suciedad
- La lubricación
- El movimiento
- Los factores ambientales
- Los creados por el proveedor o fabricante
- Los errores humanos
- La sobrecarga
- Los procedimientos
- El diseño
- La instalación

Vale la pena aclarar que estos modos de falla no incluyen únicamente los que han ocurrido, por el contrario, el proceso de análisis de RCM2 por el cual se llegó a estos resultados considera un enfoque proactivo que tiene en cuenta, además de los modos de falla que ya se han presentado, aquellos que:

- Razonablemente pueden ocurrir.
- De ocurrir tendrían consecuencias graves.
- Actualmente son controlados.

ERRORES COMUNES AL TRATAR UN EQUIPO COMO UN MODO DE FALLA

Interpretación del tiempo medio entre fallas:

Cada modo de falla que se identifique tendrá a su vez un tiempo medio entre fallas (TMEF o MTBF por sus siglas en inglés) que además serán independientes el uno del otro; por esto es poco creíble y responsable resumir esta complejidad en la expresión “*falla del activo o equipo*”, “*falla eléctrica*”, “*falla de control*” y peor aún utilizar este cálculo para definir cuándo debe programarse el “próximo mantenimiento”.

Lo anterior es incluso más grave cuando se utiliza este indicador para hablar de fallas cuando en realidad sólo se están registrando paradas, lo que estaría dejando por fuera una gran cantidad de situaciones sin acción de manejo o estrategia.

Cada modo de falla tiene dos maneras de tratarse: de manera proactiva y de manera reactiva y por lo tanto no se pueden poner incluir en un único cálculo.

Además, es totalmente equivocado suponer que todos los elementos y componentes duran lo mismo y que todos serán tratados en una sola intervención, este enfoque es imposible en términos prácticos e ilógico cuando se entiende cómo funcionan y fallan los equipos.

Sólo se tratan algunos elementos o componentes como una única falla cuando se renuncia a prevenir, predecir o detectar los modos de falla porque la estrategia de mantenimiento será inútil por la falta de control; en ese caso se usa el concepto de caja negra.

En esta situación el elemento o componente se trata como un único de modo de falla y los cálculos que se utilizan son de supervivencia o duración promedio, pero nunca para definir una frecuencia de intervención.

La curva de la bañera:

La curva de la bañera es una representación sencilla, del comportamiento de un equipo en su ciclo de vida, por sencilla es limitada y no es una representación exacta y menos creíble que pueda mostrar lo que se menciona anteriormente: los modos de falla.

La curva de la bañera explica de manera resumida que en un activo hay modos de falla de mortalidad infantil, aleatorios y cíclicos. No como equivocadamente a veces se enseña o explica: “existen modos de falla iniciales, luego el activo se estabiliza y luego empieza a fallar”, realmente todos ocurren o pueden ocurrir.

Se le conoce como curva de la bañera a la gráfica del patrón A, uno de los 6 que fueron identificados en 1978 en un estudio realizado en la aviación comercial en Estados Unidos. Ver figura 5.

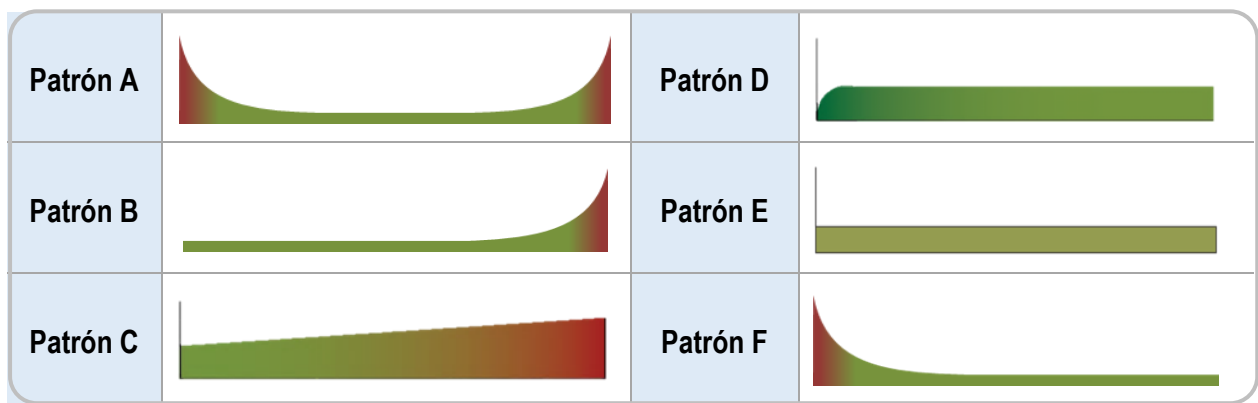


Figura 5. Patrones de falla

No es cierto decir de manera simplificada, que esta equivale a tomar los 6 patrones y superponerlos. Sí es ciertamente muy similar a la curva de la bañera para un equipo, pero en realidad corresponde a decenas, centenares y miles de modos de falla que pertenecen de manera general a las siguientes 3 categorías, y que además pueden presentarse en diferentes momentos por lo que se verían como la figura 6:

- Mortalidad infantil
- Aleatorios
- Cíclicos

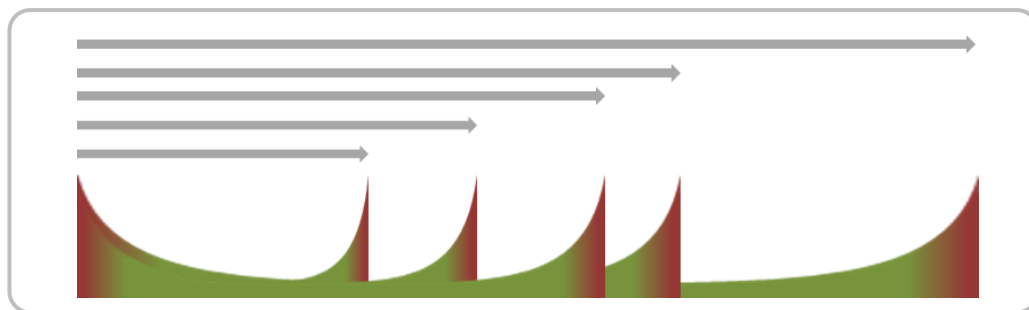


Figura 6. Curva de la bañera con diferentes modos de falla cíclicos

La curva no permite cambiarles su comportamiento en el tiempo como mencionan algunos autores, realmente el contexto operacional y los esfuerzos sobre los activos hacen que los elementos se comporten de diferente manera en diferentes activos y procesos, aunque sean idénticos debido a la variación de esfuerzos y su relación con la resistencia a la falla.

Es claro que como existen 3 tipos de comportamientos fundamentales, así será el proceso de escoger adecuadamente la estrategia para el modo de falla y definir de manera responsable y profesional sus frecuencias.

La curva de la bañera es una representación basada en activos o equipos y no en modos de falla, así que debe ser usada con mucho cuidado o simplemente hacer las preguntas: *¿de qué se trata? ¿representa un activo o un modo de falla?*

Uso de datos de falla:

Si bien los esfuerzos que mejoren la agilidad de los procesos de análisis son bienvenidos, deben partir de una base conceptual clara pues ninguna de estas herramientas por sí sola puede solucionar las inadecuadas interpretaciones que se hacen a los datos que se obtienen de eventos de falla.

En un ejercicio publicado recientemente, se utilizaron un conjunto de datos de tiempos hasta la falla de una serie nueva de teléfonos celulares o móviles:

8,700 horas	7,900 horas	9,000 horas	7,120 horas	12,000 horas
11,300 horas	15,000 horas	13,400 horas	9,876 horas	5,672 horas

El objetivo planteado por el autor fue calcular:

- *El tiempo esperado hasta la falla.*
- *El tiempo idóneo para realizar una revisión (preventivo básico).*

Estos datos fueron obtenidos de un banco de ensayos y aunque “el motor de inteligencia artificial” y arroja la siguiente respuesta: *“el tiempo idóneo de revisión es de 5,106 horas”*, sin embargo se identifican varias imprecisiones en el planteamiento propuesto:

Lo primero es el concepto de falla. Los tiempos listados no especifican cuáles modos de falla se presentaron, no se sabe si se basaron en estados o modos de falla, y aún así se quiere utilizar esta información para definir la frecuencia de una tarea.

Este no parece ser un enfoque adecuado cuando las situaciones podrían ser tan variables y diferentes como:

- Batería agotada
- Tarjeta dañada
- Pantalla golpeada
- Circuito eléctrico dañado
- Teléfono húmedo

La segunda imprecisión es referente al concepto preventivo básico, este tipo de tarea corresponde a ¿limpiar, ajustar o cambiar? Hay que recordar que las tareas preventivas corresponden a modos de falla que se presentan cíclicamente, pero bajo esta premisa, la estrategia de preventivo “básico” sería la misma para todas las situaciones que pudieron llevar el equipo a un estado de falla.

Visto de esta forma es claro que no todos estos modos de falla pueden manejarse con la misma estrategia y por eso se insiste tanto en pensar a nivel de modo de falla.

¿El resultado anterior implicaría entonces que, la frecuencia obtenida sería la misma para programar una limpieza, inspeccionar alguna condición o para hacer un cambio de algún elemento, o todos?

Otro escenario cuando no se especifican los modos de falla, sería el mencionado anteriormente, tratar el teléfono como una caja negra sobre la cual no interesa bajar de nivel. En estos casos la estrategia a implementar es cambiar el equipo completo, que tampoco parece ser la propuesta del estudio que propone encontrar una frecuencia de *preventivo básico*.

Análisis de criticidad:

Otra creencia muy popular es que los análisis de criticidad permiten tomar una gran cantidad de decisiones en mantenimiento. En muchas ocasiones se sobreestima su utilidad, estos análisis deberían tener como único propósito el ordenar o priorizar ciertas intervenciones o la asignación de esfuerzos al implementar, por ejemplo, iniciativas de mejora.

Es totalmente inadecuado su uso cuando se pretende decidir qué tipo de mantenimiento realizar (preventivo, basado en condición, correctivo, detectivo) según la criticidad del equipo. Ver ejemplo en la tabla a continuación:

Criticidad	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento basado en condición	Mantenimiento Correctivo de atención de averías
A	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
B	Obligatorio	Opcional	Obligatorio
C	Obligatorio	Opcional	Obligatorio

Es de nuevo, considerar un equipo como un único modo de falla al cual le corresponde un sólo tipo de estrategia (ver figuras 1 a 4 para recordar la proporción de modos de falla típicos) cuando en realidad un equipo requiere de un conjunto de varias tareas para gestionar sus posibles modos de falla.

CONCLUSIÓN

Tratar un equipo como un único modo de falla es absurdo y casi siempre se hace relacionándolos sólo con los eventos que causan paradas. Estas asociaciones reflejan un gran desconocimiento pues es muy distinto saber cada cuánto para un equipo y otra cada cuánto ocurre un modo de falla.

Realmente los equipos paran o tiene impactos de falla por la ocurrencia de los modos de falla y por eso es prácticamente imposible que un equipo falle *completo*, excepto cuando se presenta un corte de energía, falta de vapor o aire comprimido, sea hurtado o aplastado por un meteorito. De ser situaciones que razonablemente pueda ocurrir, serían un porcentaje mínimo del listado total de posibles modos de falla.

Es obviamente muy detallado y exigente realizar este trabajo, pero grandes retos requieren grandes esfuerzos y con metodologías apropiadas y esfuerzos proporcionales se pueden alcanzar grandes logros en confiabilidad.

Si se quieren mejorar los resultados empresariales, los equipos y activos deben fallar menos y para ello es necesario conocer los modos de falla; una buena estrategia de mantenimiento se enfoca en manejar modos de falla, si no los hay, no existirían intervenciones a realizar.

**SI DESEA CONOCER MÁS INFORMACIÓN SOBRE LA CORRECTA
APLICACIÓN DE LOS MODOS DE FALLA, LO INVITAMOS A VISITAR
NUESTRA PÁGINA WEB:**

WWW.SOPORTEYCIA.COM