



Autor: José Páramo/Presidente Techgnosis International

CÁLCULO DE FRECUENCIA DE MUESTREO EN ANÁLISIS DE ACEITES Y OTRAS TECNOLOGÍAS PREDICTIVAS



ESTE TECHNOTIP ME AYUDA A DEFINIR DE MANERA PRECISA, LA FRECUENCIA ADECUADA DE MUESTREO DE ACUERDO A LA CURVA P-F DE MI EQUIPO

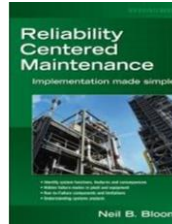
CONTENIDO

- Introducción y Objetivos
- Explicación Teórica
- Software de Cálculos
- Ejemplo de Aplicación Práctica



INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La Serie de Technotips, a diferencia de otros artículos o "tips" que pueda encontrar, tiene como objetivo el APORTAR HERRAMIENTAS PRACTICAS PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD TRIBOLOGICA de la maquinaria y equipo en la Industria SIN abundar en largos textos explicativos que luego no se tiene el tiempo de leer y sí, en cambio, el proporcionar a Ud. SOFTWARES de cálculo inéditos para su aplicación inmediata



EXPLICACIÓN TEÓRICA

LA CURVA P-F

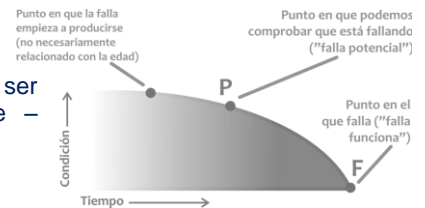
Una falla potencial es un estado identificable que indica que una falla funcional está a punto de ocurrir

EL INTERVALO P-F

Es el intervalo entre el momento que ocurre una falla potencial y su decaimiento hasta convertirse en una falla funcional. Obviamente, las tareas a condición (frecuencias de inspección, muestreo, monitoreo) deben de realizarse a intervalos menores al Intervalo P-F

PREDICTIVO: LA CURVA P-F

La Curva P-F muestra cómo comienza la falla, cómo se deteriora al punto en que puede ser detectada (Punto "P") y luego, si no es detectada y corregida, continúa deteriorándose – generalmente a una tasa acelerada- hasta que llega al punto de falla funcional ("F")



CÁLCULO DE LA FRECUENCIA DE INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

La frecuencia debe calcularse en base a la Curva P-F basados en el costo de las inspecciones versus el costo de no poder predecir la falla debido a lo anteriormente expuesto y, como una forma para calcular de manera formal la frecuencia de las inspecciones predictivas, se desarrolla a continuación un modelo matemático que proporciona el valor del tiempo entre inspecciones predictivas.



El valor del intervalo entre inspecciones predictivas será directamente proporcional a tres factores: el factor de costo, el factor de falla y el factor de ajuste. Así, la relación matemática estará definida como:

$$I = C \times F \times A$$

Donde: C es el factor de costo F es el factor de falla y A es el factor de ajuste



Factor de Costo

Se define como factor de costo, el costo de una inspección predictiva dividido entre el costo en que se incurre por no detectar la falla.



La relación del factor de costo es la siguiente:

$$C = C_i / C_f$$

Donde:

C_i es el costo de una inspección predictiva (en unidades monetarias)

C_f es el costo en que se incurre por no detectar la falla (en unidades monetarias)



Factor de Falla

Se define como factor de falla la cantidad de fallas que pueden detectarse con la inspección predictiva dividida entre la tasa de fallas.



La relación del factor de falla es la siguiente:

Donde:

#Fi es la cantidad de fallas que pueden ser detectados utilizando la tecnología predictiva (expresada en fallas por inspección) y

λ es la tasa de fallas presentada por el equipo, y que además, podrían ser detectadas por la tecnología predictiva a ser aplicada (expresada en fallas por año) Nótese que la unidad del factor de falla es años por inspección.

$$F = \#Fi / \lambda$$

Factor de Ajuste

$$A = -\ln [1 - \text{EXP} (-\lambda)]$$

Una vez calculado el producto entre el factor de costo y el factor de falla, se procede a multiplicarlo por un factor de ajuste, el cual, estará basado en la probabilidad de ocurrencia de mas de 0 fallas en un año utilizando λ (tasa de fallas expresada como fallas por año). Para calcular este factor se utiliza la función matemática de probabilidad de Poisson: logaritmo natural multiplicada por -1 ($-\ln$), la cual, se comporta de una manera muy parecida al criterio gerencial de incremento o decremento del intervalo de inspección al tomar en cuenta la probabilidad de ocurrencia de mas de 0 fallas en un año. A mayor probabilidad de ocurrencia, el intervalo de inspección predictiva se reducirá de forma exponencial.

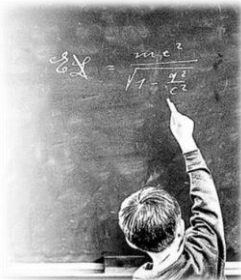
EJEMPLO DE CÁLCULO DE FRECUENCIAS

Como ejemplo podemos calcular el valor del intervalo de frecuencia de toma de muestras de aceite para un reductor crítico con tasa de falla de 1 vez cada 3 años, costo de inspección de tecnología predictiva de análisis de aceite de US\$ 20 y costo de no detectar la falla de US\$ 20,000

Si la cantidad de fallas que se pueden detectar en el reductor utilizando análisis de aceite es igual a 20 (viscosidad incorrecta, partículas contaminantes, metales de desgaste, agua, falta de aditivos, etc., etc.), el resultado será:



EJEMPLO DE CÁLCULO DE FRECUENCIAS



$$C = C_i / C_f = \text{US\$ } 20 / \text{US\$ } 20,000 = 0.0010$$

$$F = F_i / \lambda = 20 \text{ (Número de fallas posibles por inspección)} / 0.3333 \text{ fallas por año} = 60.0060 \text{ años / inspección}$$

$$A = -\ln [1 - \text{EXP} (-\lambda)] = A = -\ln [1 - \text{EXP} (-0.333)] = 1.2614$$

$$I = C \times F \times A = 0.0010 \times 60.0060 \text{ años / inspección} \times (1.2614) = 0.0876 \text{ años / inspección}$$

Si quisiéramos calcular la frecuencia de inspección (f), solo debemos calcular el inverso del intervalo de inspección:

$$f = 1 / 0.0762 = 13.1986 \text{ veces por año, lo cual, se puede aproximar a 1 inspección por Mes (0.9091 meses)}$$



EJEMPLO DE CÁLCULO DE FRECUENCIAS

El costo anual de aplicación de la tecnología predictiva será igual a 20 US\$ multiplicado por la frecuencia de inspección, lo cual da como resultado 240 US\$ por año. Este monto representa un 1.2 % del costo de no poder predecir/detectar la



SOFTWARE DE CÁLCULO

Abrir archivo adjunto
Instrucciones:

Paso # 1: Capturar la Tasa de Falla Anual, LAMBDA

Paso # 2: Capturar el costo de análisis de la tecnología predictiva (análisis de aceite) en moneda local

Paso # 3: Capturar costo de falla por no haberla detectado en moneda local

Paso # 4: Capturar el número de fallas que pueden detectarse con análisis de aceite (valor típico, 20: Aditivos deficientes, viscosidad fuera de límites, acidez, oxidación, partículas, agua, silicio, 12 metales de desgaste, etc.)

Paso # 5: Se calcula el intervalo de muestreo en meses

EJEMPLO DE APLICACIÓN PRÁCTICA

Determinar la frecuencia de muestreo requerida para el reductor crítico

Capturar en campos señalados en amarillo los datos del rodamiento y condiciones de operación:

PASO # 1. $LAMBDA = 1/3 = 0.3333333...$

PASO # 2. $C_i = 20$ usd

PASO # 3. $C_f = 20,000$ usd

PASO # 4. $\# F_i = 20$

PASO # 5. Deberá de muestrearse cada 0.9091 meses

