

RETORNO DE LA INVERSION EN LA IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA DE PREDICTIVO MCA (MOTOR CIRCUIT ANALYSIS)

Rayo, José P.

Director Proyectos de Fiabilidad

PREDITEC-IRM

El Mantenimiento Preventivo Basado en Condición (Predictivo o PdM) ha demostrado ser de utilización imprescindible dentro de la metodología RCM (Mantenimiento centrado en fiabilidad).

De una encuesta llevada a cabo por Preditec-IRM (realizada durante el Foro sobre Mantenimiento Preventivo/Predictivo y Fiabilidad) el pasado mes de Noviembre sobre una muestra de 200 empresas usuarias de Mantenimiento Predictivo se deduce que de las cinco técnicas que se deben utilizar en un correcto programa de PdM (Vibración, Ultrasonidos, Termografía, Análisis de Aceites, MCA, e inspección sensorial) es utilizada sólo la vibración en un amplio porcentaje de casos ocupando las otras técnicas un escaso porcentaje excepto en las empresas que han obtenido mayores beneficios demostrados con la utilización de todas las técnicas para ser capaces así de anticiparse a cualquier modo de fallo que puedan generar los activos de la planta.

Una de las razones con que muchos justifican la no utilización de otras técnicas es porque ***“la empresa no me autoriza a invertir en equipamiento para el departamento de predictivo”***.

El fallo está en que, en la mayor parte de los casos no hemos sabido medir los resultados de nuestro trabajo. No hemos establecido desde el principio una métrica que nos permita presentar a la dirección de nuestra empresa la evolución de nuestro trabajo hacia el logro de unos objetivos (y beneficios) previamente establecidos y, por otro lado, fáciles de conseguir si se aplican las “buenas prácticas” de mantenimiento.

Otro impedimento para lograr la autorización de inversión en los medios necesarios es porque no sabemos demostrar el retorno de la inversión que estamos solicitando a la dirección.

En el siguiente ejemplo analizamos el caso de una planta papelera y como se puede calcular el “payback” de la inversión requerida para adoptar los medios que nos permiten aplicar una técnica que ha demostrado una alta eficacia en la gestión del parque de motores de una planta industrial.

Se trata como decíamos más arriba de una planta papelera de producción de papel recubierto y que opera con las características que se muestran en la tabla 1 siguiente.

CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DE LA PLANTA	VALORES
Producción promedio	45 Tm/hora
Tiempo de operación	8000 hrs/año
Número de empleados	120
Costo unidad de producción	87€/Tm
Costo promedio de mano de obra	22€/hora
Número de motores	485
Promedio de motores reparados por mes	3 motores/mes
Porcentaje de motores rebobinados	70%

Tabla 1: Características operativas de la planta

A partir de los datos de la tabla 1, podemos calcular los costos y/o los ahorros conseguidos por los diferentes conceptos involucrados en el proceso

- **COSTO DE LA INDISPONIBILIDAD**

El costo del tiempo no productivo (interrupciones no planificadas) lo podemos calcular de la siguiente forma:

CTNP=Pérdidas de producción x N° de fallos de motores/año x TNP promedio

Pérdida de producción=(Tm/hr x costo unid. producción)+(Costo de mano de obra x n° empleados)

Pérdida de producción=(45 Tm/hr x 87€/Tm) + (22€/hr x 120) = 6.555 €/hora

CTNP=6.555 €/hr x 36 fallos/año x 4 hrs/fallo = **943.920 €/año**

TAMAÑO DEL MOTOR (Kw)	NUMERO DE MOTORES	COSTO DE REBOBINADO (€)	COSTO DE REACONDICIONAMIENTO (€)
<15	347 reemplazados (no reparados)		
15	15	660	220
19	10	760	255
22	2	880	295
30	3	1020	340
37	27	1295	430
56	18	1500	500
75	21	1610	540
93	32	1820	610
300	6	3400	1200
560	4	7735	2600

Tabla 2 : Inventario de motores de la planta.

• COSTOS DE REPARACIÓN DE MOTORES

Del inventario de motores que se especifica en la tabla 2 podemos extraer el costo promedio de reparación sabiendo que:

$$CR_{\text{Reb}} = [(N_{n1} \times CR_{\text{Reb.15}}) + \dots + (N_{nn} \times CR_{\text{Reb.560}})] / NT$$

$$CR_{\text{Reb}} = [(15_{15} \times 660_{\text{€Reb.15}}) + \dots + (4_{560} \times 7.735_{\text{€Reb.560}})] / 138 = 1650 \text{ €/motor}$$

$$CR_{\text{Reac}} = [(15_{15} \times 220_{\text{€Reac.15}}) + \dots + (4_{560} \times 1.200_{\text{€Reac.560}})] / 138 = 555 \text{ €/motor}$$

$$CR = [(70\% \times CR_{\text{Reb.}}) + (30\% \times CR_{\text{Reac.}})]$$

$$CR = [(70\% \times 1.650_{\text{€/motor}}) + (30\% \times 555_{\text{€/motor}})] = 1.322_{\text{€/motor}}$$

• REDUCCIÓN DE COSTOS POR APLICACIÓN DE LA TÉCNICA MCA

Después de la aplicación del PdM y concretamente de la técnica MCA al parque de motores de la planta, hemos alcanzado las siguientes condiciones de reparación:

$$CR = [(10\% \times CR_{\text{Reb.}}) + (20\% \times CR_{\text{Reac.}})] \text{ esto es:}$$

$$CR = [(10\% \times 1.650_{\text{€/motor}}) + (20\% \times 555_{\text{€/motor}})] = 276_{\text{€/motor}}$$

Siendo la **reducción de costos promedio de rebobinado:**

$$RCR = [(1.322_{\text{€/motor}}) - (276_{\text{€/motor}})] \times 36 \text{ motores} = \mathbf{37.656_{\text{€}}}$$

- **REDUCCIÓN DE COSTOS DERIVADOS DE LA INDISPONIBILIDAD**

De esta manera vemos como por aplicación de la técnica MCA, reduciremos también de una forma importante los costos debidos al tiempo no productivo (indisponibilidad) pues al haber conseguido reducir un 30% el número de fallos habremos conseguido reducir a un 30% el número de horas improductivas y su costo asociado.

Aplicando la fórmula que veíamos al principio calcularemos el nuevo CTNP:

$$\text{CTNP} = 6.555 \text{ €/hr} \times 36 \text{ fallos/año} \times 0.3 \times 4 \text{ hrs/fallo} = 283.176\text{€}$$

Así vemos que dicho costo ha quedado reducido a:

$$\text{Reducción CTNP} = 943.920 - 283.176 = \mathbf{660.744\text{€}}$$

- **REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA**

Otro aspecto importantísimo a considerar es la **reducción de consumo energético** que conlleva un ahorro de costos de energía que calcularemos como sigue:

Ahorro de energía= (Potencia instalada x Factor de carga x Hrs. De operación x %de ahorro x Costo energético)

$$\text{Ahorro de energía} = (11.137 \text{ Kw} \times 75\% \times 8.000 \text{ hrs.} \times 2\% \times 0,06\text{€/Kwh}) = \mathbf{80.192 \text{ €/año}}$$

- **COSTO AÑADIDO EN MANO DE OBRA PARA LA INSPECCIÓN**

Lógicamente debemos tener en cuenta que inspeccionar los motores con la tecnología MCA requiere tiempo y recursos. El costo en mano de obra necesaria para la inspección lo calculamos a continuación:

$$\text{Costo HH inspección} = [(1 \text{ hora} / \text{mes} / \text{motor}) \times (\text{n}^\circ \text{ de motores}) \times (12 \text{ meses año}) \times (\text{Costo HH})]$$

$$\text{Costo HH inspección} = (1 \text{ hh} \times \text{motor/mes}) \times (138 \text{ motores}) \times (12 \text{ meses año}) \times (23 \text{ €/HH}) = \mathbf{38.088 \text{ €/año}}$$

- **INVERSIÓN REQUERIDA EN INSTRUMENTACIÓN**

Para poder desarrollar la técnica MCA, es evidente que necesitamos invertir en recursos técnicos adecuados.

Estimamos que la inversión necesaria en instrumentación (hardware y software) para poner en marcha la técnica MCA dentro de nuestro plan de predictivo es de **60.000 €**.

- **RESUMEN Y RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

Todos los datos obtenidos, los podemos resumir en la tabla siguiente:

AHORROS EN MANTENIMIENTO	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN
660.744€ Reducción de CTNP	38.088€ - Costo de inspección
37.656€ Reducción costos de rebobinado	60.000€ - Costo de instrumentación
80.192€ Reducción de costos de energía	
778.592€ Ahorros totales	98.088€ - Costo total
Payback = 98.088/778.592 = 0,12 años = 1 mes	

Tabla 3: Resumen de costo/beneficio y "payback"

Este estudio elemental, que podríamos llevar a cabo con los datos de nuestra planta en particular, nos permite analizar cómo una inversión en recursos técnicos y humanos de 98.088 € nos puede conducir a un ahorro en costos de operación de 778.592€ y por tanto obtener un "payback" de tan sólo un mes.

Los financieros de nuestra compañía no entienden de voltios, amperios, impedancias,... pero si entenderán perfectamente el incremento del beneficio en la cuenta de resultados de la compañía que pueden obtener a partir de una mínima inversión. Y todos estamos dispuestos a invertir en aquello que nos vaya a dar una alta rentabilidad.

Si como responsables del departamento de Mantenimiento de nuestra empresa, nos limitamos a solicitar la adquisición de determinados elementos necesarios para la mejora de nuestro trabajo, pero no sabemos justificar la inversión ni hacer un análisis costo/beneficio, estaremos contribuyendo a que desde muchas otras áreas de la empresa se siga viendo el Mantenimiento como un centro de costes y no como realmente se debe ver hoy: como un centro de Beneficio para la compañía.