

Año 2, N° 14, Marzo 2016

PREDICTIVA 21

LA SOLDADURA COMO HERRAMIENTA EFECTIVA DEL MANTENIMIENTO

THERMOTECH VENEZUELA REALIZARÁ CURSO DE CERTIFICACIÓN EN TERMOGRAFÍA

HOMENAJE LOURIVAL TAVARES

CONFIABILIDAD EN SISTEMAS DE MISIÓN CRÍTICA

CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE LA DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL

REGULACIÓN DE CARGA EN MOTORES DE COMBUSTIBLE PESADO

REPERCUSIÓN DE LA DEPRESIÓN EN LA CONFIABILIDAD HUMANA

¿QUÉ NOS PERDEMOS SI IGNORAMOS LA ESTRATEGÍA PREDICTIVA?



E&M Solutions, C.A.
www.eymsolutions.com

@eymsolutions

E&M Solutions, C.A.

+58 291-643-7055



Soluciones Efectivas para la Gestión de Activos

Ofrecemos soluciones especializadas en ingeniería y gestión de activos para el área petrolera, gasífera, petroquímica, siderúrgica y generación de energía.

Nuestras líneas de negocios:

- Ingeniería y Construcción
- Mantenimiento y Confiabilidad
- Servicios Profesionales

Contacta a E&M Solutions, C.A.

Respaldo Profesional para la Confiabilidad Industrial



INGENIERÍA
GESTIÓN DE ACTIVOS
CONFIABILIDAD
MONITOREO DE CONDICIÓN



SiM



**Proveemos Soluciones
orientadas a mejorar
la Seguridad, Rendimiento,
Confiabilidad y Costos durante
el Ciclo de Vida de sus Activos**

Soluciones de Ingeniería
y Mantenimiento, S.L.
Paseo de la Castellana, 95, 15ª 28046
Madrid ESPAÑA

www.sim-sl.com
+34 914 185 070
+34 917 577 400
info@sim-sl.com

JUNTA DIRECTIVA

Publisher / Editor:

Enrique González

Director de Mercadeo:

Miguel Guzmán

Directora Editorial:

Alimey Díaz

Periodista Editor:

Maite Aguirrezabala

Diseño y Diagramación:

María Sophia Méndez

Digitalización y Web Master:

Edgar Guzmán

Crisnar Rivero

Community Manager:

Daniela Angulo

Colaboradores:

Aliangel J. Márquez B.

Víctor D. Manríquez

Marc Gardella

Gerardo Trujillo C.

Carolina Altmann

Martín Lémoli

Nicolás Pintos Souza

Luis Hernando Palacio

Martin Ivan Cevallos

Bárbaro J. Giraldo C.

Richard J. Skinner

Predictiva21 no se hace responsable por las opiniones emitidas en los artículos publicados en esta edición. La línea editorial de esta publicación respetará las diversas corrientes de opinión de todos sus colaboradores, dentro del marco legal vigente.

- 06** | EDITORIAL
- 08** | La soldadura como herramienta Efectiva Del Mantenimiento
Artículo técnico
- 12** | Los modelos conceptuales de la gestión de activos
Artículo técnico
- 14** | Thermotech Venezuela realizará Curso de Certificación en Termografía
Nota de prensa
- 16** | Plan Modular De Alineacion Laser Y Condition Monitoring
Artículo técnico
- 27** | E&M Solutions presenta cursos técnicos
Nota de prensa
- 28** | Homenaje a LOURIVAL TAVARES
Nota de prensa
- 30** | Tribute to LOURIVAL TAVARES
Nota de prensa
- 32** | ANALISIS P21: Mantenimiento Industrial para afrontar la crisis
Artículo
- 34** | La Efectividad de las actividades de Mantenimiento
Artículo técnico
- 38** | ¿Cómo puede generarse la distorsión de carcasa en un motor eléctrico?
Artículo técnico
- 41** | Serie: "Confiabilidad en sistemas de misión crítica: Empezar por el principio". Sistemas de puesta a tierra (II parte)
Artículo técnico
- 46** | Cálculo de los parámetros de la Distribución de Weibull
Artículo técnico
- 57** | Regulacion de carga en motores de combustible pesado (HFO), para determinar una operación eficiente con respecto al consumo específico de combustible.
Artículo técnico
- 60** | Repercusión de la depresión en confiabilidad humana
Artículo
- 64** | Consecuencias de la desinformación
Artículo
- 66** | ¿Qué nos perdemos si ignoramos la estrategia predictiva?
Artículo técnico

MANTENER PARA TENER

Ser competitivos y rentables con presupuestos cada vez más reducidos, en un escenario mundial poco favorecedor parece ser la consigna de los mantenedores para este 2016. En este primer número del año, hemos preparado para nuestro público lector una nueva sección, Análisis P21, un espacio en el cual ofrecemos una lectura de la realidad mundial y cómo se inserta en esta la gestión de activos. Los pronósticos para este año no podrían ser más sombríos, con un precio de crudo muy bajo con relación a los costos de producción debido al incremento de la oferta, la desaceleración económica de China como uno de los principales compradores y un severo conflicto en Siria que ha traído como consecuencia millones de desplazados, quienes migran a una Europa un tanto confundida en cuanto a la política a seguir para estos casos. Varios miles de millones de dólares, presupuestados para grandes proyectos, han quedado en suspenso debido a la baja en el precio del crudo, y cientos de empresas medianas y pequeñas ya han ido a cierre. Ante esta situación, replantearse estrategias resulta vital. Si bien las grandes inversiones no están en su mejor momento, las inversiones de mantenimiento sí, pues suponen menor gasto de inversión, amén del hecho de que las maquinarias y equipos deben estar en buen estado, para cuando la producción se recupere y el mercado retome sus niveles normales. Se trata de mantener, para tener. Esta postura, en sí misma, es un voto de confianza enorme en el sistema económico mundial y el rol que la industria juega en él. Es además el nombre de la campaña que estaremos desarrollando a través de Predictiva21 y que pronto haremos llegar a todos ustedes. Así pues, ¡adelante mantenedores! La dificultad es el campo de juegos del ingenio humano.

Enrique González
Director



FUNINDES USB



Vinculando la Universidad con el País

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR



A través de la Fundación de Investigación y Desarrollo, la USB responde a las demandas del sector productivo nacional, aportando la capacidad técnica

En las áreas de

- Mantenimiento centrado en confiabilidad
- Confiabilidad humana
- Aplicaciones de confiabilidad operacional
- Análisis causa raíz
- Inspección basada en riesgo
- Confiabilidad en Subsuelo-Superficie.

LA SOLDADURA COMO HERRAMIENTA EFECTIVA DEL MANTENIMIENTO

La utilización de equipos, piezas y elementos metálicos en las industrias tiene un enemigo visible pero a la vez silencioso que es “el desgaste”. Ya sea por el trabajo continuo o uso desmedido en ocasiones de los equipos, piezas o componentes, pierden parte de sus propiedades de integridad mecánica, se deforman; se ven perturbadas sus condiciones iniciales de diseño, no trabajan adecuadamente y fallan.

Este fenómeno es muy común en muchos sectores de producción y plantas industriales tales como: plantas siderúrgicas, acerías, cementeras, plantas de exploración y mineras; exhibiéndose de la misma forma en plantas producción de petróleo y gas en todo el mundo.

En estas plantas interactúan equipos, componentes, elementos y piezas de metal sometidas a largas jornadas de trabajo, esfuerzos y cargas combinadas, que sumadas a un conjunto de variables operacionales (presión - temperatura) motivan un gran deterioro, que al no ser detectado en tiempo oportuno, es inevitable la parada de planta no programada

para realizar las reparaciones de mantenimiento.



*Img.01.- Falla por Grieta longitudinal en sistema de tuberías entrada unidad compresora PC
Jusepín 12 PDVSA CGO*

Dentro de las alternativas para las reparaciones de mantenimiento esta “la soldadura de mantenimiento”, que utilizada de forma efectiva, genera soluciones prácticas, rápidas y de bajo costo, permitiendo la reactivación del equipo o componente en avería evitando así pérdidas mayores de producción y donde además puede ofrecer un tiempo determinado

para la planificación de la nueva intervención de mantenimiento.

Basado en estos principios bases de la ingeniería, grandes corporaciones y compañías de clase mundial invierten en equipos, contratos de servicios y personal especializado en soldadura, buscando soluciones económicas y racionales, que minimicen riesgos, e igualmente, los tiempos y costos, que tomaría el cambio de una pieza o componente, dejando así, solo el empleo de aleaciones y soldaduras especiales en aquellos equipos o partes de estos, que son muy costosos y están sujetas al desgaste extremo pero controlados, es decir, se restituye o recupera la integridad mecánica de piezas y componentes localmente por medio de aleaciones o aceros ordinarios baratos y dúctiles, pero de forma controlada y programada.

“La soldadura de mantenimiento”, son las alteraciones y reparaciones temporales o permanentes bajo el criterio de practicas operativas o procedimientos de soldadura normados que se hacen a un equipo, componente o piezas de metal que presenta una falla (desgaste, fracturas, corrosión o deformaciones) con el fin de devolverle, su funcionamiento y operatividad manteniendo las mismas condiciones estables de diseño.



Img. 02.- Reparación permanente con soldadura, sistema de tuberías PC Jusepín 12 PDVSA CGO

Sin embargo, pocas veces repetirás la técnica de soldadura de mantenimiento al realizar una

reparación, ya que; los casos de fallas en el metal siempre son diferentes, pero si realizaras, juntas soldadas a tope y filete precalificadas para desarrollar una practica estandarizada o bien, un procedimiento técnico como soporte de una practica operativa. Es decir; en plantas industriales o plantas de proceso en general, se presentaran distintas fallas de estructuras metálicas, sistemas de tuberías, recipientes a presión, piezas o elementos mecánicos que para corregirlos con soldadura, deben ser atacados por metodologías y enfoques diferentes, pero usando procedimientos de soldaduras precalificados estandarizados, recordando que, al momento de una falla las acciones o respuestas racionales y efectivas representan riesgos, tiempo y dinero.

Por lo tanto, el recurso humano que integra un equipo de mantenimiento industrial, de una refinería o planta compresora de gas, conviven con rutinas agotadoras y estresantes, su equilibrio emocional siempre esta bajo presión: por un lado la alta responsabilidad del compromiso bajo los requerimientos de producción y por otro lado la avería inesperada sobre las demandas de los jefes, ellos quieren soluciones rápidas y en ocasiones no tienen la comprensión de las limitaciones de información y de las alternativas disponibles para corregir la avería.

Estos equipos de trabajo deben ser muy organizados y técnicamente muy competentes tanto en ingeniería como en administración de recursos ya que es muy común ver la aplicación paliativos con administración reactiva, mejor conocida como la teoría del bombero apaga fuegos.

Al buscar, desarrollar una administración dinámica y pro activa de los planes de mantenimiento y administración de riesgo, estos deben ser organizados y basados en “seguimientos de inspección”. Ésta es la manera de reducir el nivel de tensión del equipo de mantenimiento donde al mismo tiempo, aumentara su efectividad, con ventajas

evidentes para todos. Al aplicar esta filosofía de trabajo, te permite tomar decisiones asertivas y coherentes afinadas a mantener las operaciones industriales con niveles de riesgo admisibles en base a gestión de ingeniería y evidencias objetivas



Img. 03.- Seguimiento de inspección IMEE, sistema de tuberías PC Uracoa BS PDVSA CGO

LA MEJOR PRÁCTICA OPERATIVA DE REPARACION CON SOLDADURA:

La mejor práctica de reparación con soldadura, es aquella que da los mejores resultados en cuanto a su ejecución orientada a tres factores: disminución de riesgos, pérdidas de producción y la rentabilidad de un proceso. A continuación, se muestra los principales puntos de atención para desarrollar la mejor práctica operativa de reparación con soldadura de un equipo estático en plantas industriales.

HISTORIAL DE EQUIPOS:

Muchos de los problemas iniciales y consecuencias de las reparaciones de mantenimiento con soldadura, es no conocer el equipo que se esta tratando. Es indispensable conocer al detalle los equipos y componentes que se van a reparar, su identificación, planos de ingeniería, las especificaciones técnicas de los materiales y los registros de falla del equipo. Esto te proporcionara información formal de primera mano, evitara gastos adicionales en comprobaciones y acortara tiempos en investigación.

DISEÑO DE LA REPARACION:

Esto implica, hacer ingeniería de la reparación con soldadura. Una vez revisado los antecedentes e historial del equipo a reparar, se desarrolla la metodología de la reparación, es decir; se precisa el alcance de la reparación: la reparación es temporal o Es permanente?; se definen los materiales que serán utilizados, el proceso y tipo de soldadura, se programan las actividades de ejecución, se definen recursos, se evalúan riesgos y se estiman tiempos para la nueva puesta en servicio.

SOPORTE TECNICO:

Toda reparación sin un soporte técnico o que se realice sin tomar en consideración referencias normativas es un burdo paliativo (teoría del bombero apaga fuegos). El soporte técnico, es la etapa del desarrollo de la practica operativa, que abarca el calculo de ingeniería, bajo criterios de normados. Este es la base técnica de una reparación; involucra la capacidad técnica del equipo de trabajo en la ejecución, los cálculos comprobatorios del procedimiento (método empírico o software especializado) y su aplicación, fundamentado en prácticas regulares de oficio (procedimientos internos, lecciones aprendidas, casos estudiados o experiencias compartidas) y recomendaciones de normas técnicas (normas nacionales e internacionales y leyes que imponen una sanción).

SEGURIDAD, RAPIDEZ Y EFECTIVIDAD EN LA EJECUCION:

Una reparación no programada entra en el mantenimiento de urgencia, y este es el punto álgido donde se intensifican las labores de mantenimiento, se Le suma la presión emocional que ejercen muchos jefes sobre el personal de ejecución y se pierde por momentos el pensamiento racional. Sin duda estos, son agentes circunstanciales que ponen a un lado la seguridad y la efectividad de una

reparación con soldadura tratando de hacer todo rápido, sin medir de ante mano las consecuencias o riesgos de que algo salga mal. Por lo tanto, es de vital importancia la seguridad, la rapidez y la efectividad de una reparación con soldadura. En las actividades de ejecución estos tres principios se cruzan y van de la mano, por que representan el éxito de la puesta en servicio del equipo en falla, evitando riesgos de seguridad en las personas e instalaciones, pérdidas de producción y la rentabilidad de un proceso.

CONCLUSIONES:

Revisa los planes de inspección, verifica que estén incluidos los equipos que sean propensos o indiquen fallas recurrentes donde intervenga reparaciones con soldadura. La inspección es la punta de lanza del mantenimiento, esta arroja las primeras alertas de que algo anda mal y muchas veces se pasa por alto.

Los riesgos en las soldaduras de mantenimiento se controlan indiscutiblemente cuando no se improvisa. Esta prohibido dejar la responsabilidad de una reparación con soldadura a un soldador. Los trabajos de reparación con soldaduras de mantenimiento deben ser prácticas operativas o procedimientos de trabajo bajo estándares probados y pautas técnicas de ingeniería.

En una parada de planta y más cuando involucra una reparación no programada (Urgencia), el plan de acción y los tiempos para lograr la puesta en servicio es impaciencia gerencial. Diseñar una reparación, contar con soporte técnico y lograr establecer planes de seguimientos de inspección, garantiza el control de riesgos (Seguridad-Producción-Tiempo) y a su vez ofrece el equilibrio de tomar decisiones racionales que al final siempre representan dinero.

Las lecciones aprendidas deben ser registradas. Contar con procesos y procedimientos de soldadura probados y calificados permite una ventaja. Es fundamental para las actividades de mantenimiento con soldadura contar con manuales de diseños y procedimientos precalificados de soldadura que ya hallan sido estudiadas, esto ofrece la certeza de que una reparación con soldadura de características similares si funciona.

La calidad de los trabajos depende en buena parte de un personal calificado. Este recurso humano debe ser conservado en alto nivel. Al lograr conformar un equipo de mantenimiento de alto compromiso y gran desempeño, potenciara sin lugar a dudas, las tendencias actuales de mantenimiento estratégico, aportara estrategias de inspección y seguimiento cuidando la atendiendo la necesidad de riesgos potenciales.

AUTOR:

Aliangel J. Márquez B.

Marquezajh@pdvsa.com

Analista de Integridad Mecánica

de Equipos Estáticos

Dpto. Ingeniería de Mantenimiento

PDVSA CGO

Maturín - Venezuela

LOS MODELOS CONCEPTUALES DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS

Como escribimos en un artículo previo, el GFMAM (Global Forum On Maintenance & Asset Management – Forum Global en Mantenimiento y Gestión de Activos) ha sido establecido con el objetivo de compartir colaborativamente los avances, conocimiento y estándares en mantenimiento y gestión de activos. El GFMAM publica el documento denominado “The Asset Management Landscape” (El Panorama de la Gestión de Activos), cuya primera edición fue publicada el año 2011. El año 2014 luego de la publicación de la ISO 55001:2014, el GFMAM publicó la segunda edición de este documento para tomar en cuenta los requerimientos de la norma y alinearse con ella.

El GFMAM está integrado por diez instituciones ligadas al mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos, ellas son:

- The Society for Maintenance and Reliability Professionals (SMRP), USA
- Institute of Asset Management (IAM), Reino Unido
- European Federation of National Maintenance Societies (EFNMS), Europa
- Asset Management Council (AM Council), Australia
- Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (ABRAMAN), Brasil
- L’Institut Français D’Asset Management Industriel et D’Infrastructures (IFRAMI), Francia
- Gulf Society of Maintenance Professionals (GSMP), Región del Golfo Árabe

- Federación Iberoamericana de Mantenimiento (FIM), Sudamérica
- Plant Engineering and Maintenance Association of Canada (PEMAC), Canadá
- The Southern African Asset Management Association (SAAMA), Sudáfrica

Las tres primeras nos pueden resultar bastante familiares, ellas están entre los principales referentes para los profesionales de mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos.



Cada miembro del GFMAM incorpora este Panorama de la Gestión de Activos como parte de su marco de referencia para la gestión de activos. Este marco nos muestra cómo y donde los conocimientos y prácticas de los miembros se alinean con el Panorama de la Gestión de Activos.

Mencionamos también que este documento establecía los 39 temas que juntos describen el alcance de la Gestión de Activos. Es importante señalar que la división de la disciplina en 39 temas individuales es arbitraria con el propósito de entender más claramente el alcance y componentes de la gestión de activos. Estos

temas no pueden ser tratados como independientes y autónomos y no es posible entender la gestión de activos adecuadamente sin direccionarlos como un cuerpo integrado de conocimiento. Algunas de los miembros del GFAM han elaborado modelos conceptuales de la Gestión de Activos con el propósito de alinear la gestión con los 39 temas del panorama de la Gestión de Activos propuestos por el Foro. Un modelo conceptual describe, al más alto nivel, los aspectos claves de la gestión de activos, como estos interactúan y se enlazan con los objetivos corporativos y plan estratégico de la organización.

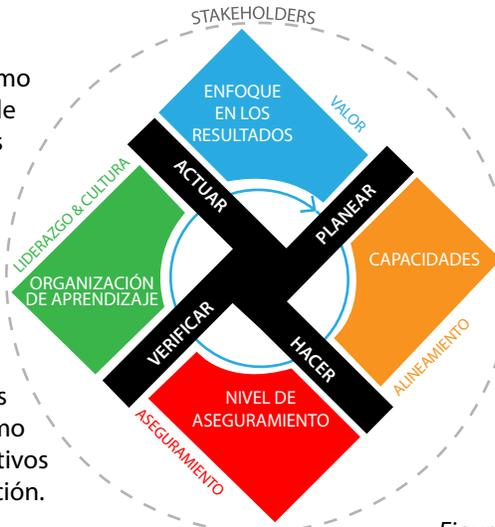


Figura 1
Representación gráfica del Modelo Conceptual de la Gestión de Activos de la AMC
Fuente: The Asset Management Landscape, 2nd edition, GFAM, página 53. Traducción propia

Las características comunes que los modelos conceptuales deben incluir son:

- Cubrir el alcance total de la Gestión de Activos definida en los 39 temas del Panorama.
- Ser consistentes con los fundamentos de la gestión de activos del GFAM.
- Considerar el ciclo total de vida del activo.
- Reforzar el alineamiento con las metas y objetivos organizacionales.
- Reforzar la importancia de la integración de las actividades para entregar un resultado global.
- Enfatizar la necesidad de medir el desempeño y la mejora continua.
- Reflejar como el entorno de negocios y los stakeholders influyen en la aproximación a la gestión de activos.

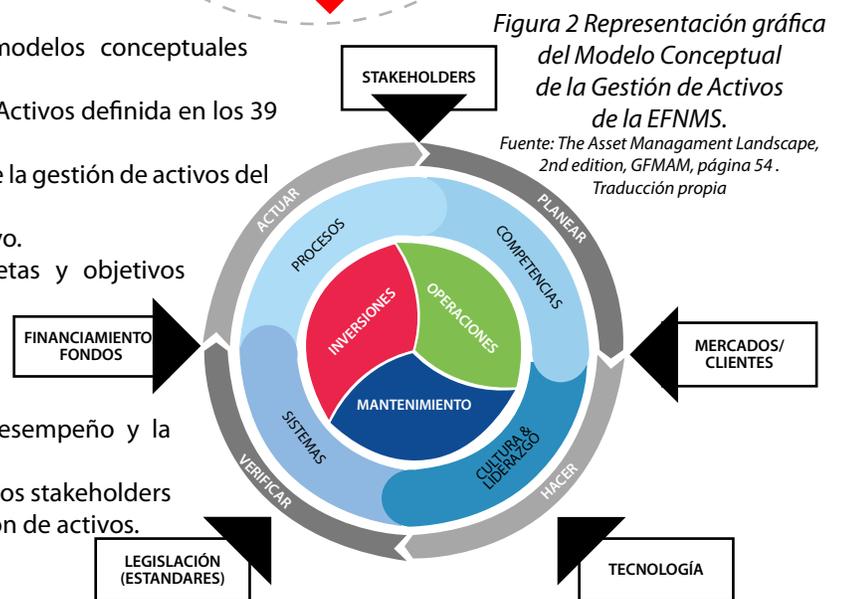


Figura 2 Representación gráfica del Modelo Conceptual de la Gestión de Activos de la EFNMS.
Fuente: The Asset Management Landscape, 2nd edition, GFAM, página 54. Traducción propia



Figura 3 Representación gráfica del Modelo Conceptual de la Gestión de Activos del IAM.
Fuente: The Asset Management Landscape, 2nd edition, GFAM, página 52. Traducción y elaboración propia

La AMC, la EFNMS y el IAM tienen representaciones gráficas de sus respectivos modelos conceptuales los cuales presentamos a continuación. Los modelos conceptuales de la gestión de activos describen el alcance global de la Gestión de Activos y los grupos de actividades que están incluidos en esta disciplina. Los modelos resaltan el hecho que la Gestión de Activos es acerca de la integración de estas actividades y no su práctica aislada. El esencial el alineamiento con los objetivos de la organización.

AUTOR:
Víctor D. Manríquez
vmanriquez62@yahoo.es
Perú

Thermotech Venezuela realizará *Curso de Certificación* en **Termografía**

Con una amplia experiencia en el ramo, esta empresa venezolana, con oficinas en Estados Unidos y Colombia, ofrece la posibilidad de certificarse internacionalmente en una de las disciplinas más apreciadas en el ámbito del mantenimiento.

La ciudad de Barquisimeto, en el estado Lara, será la sede del Curso de Termografía Nivel I, con certificación internacional. El curso está diseñado para adquirir competencias en la fase primaria de los Fundamentos de Termografía Infrarroja. Esta técnica tiene una amplia aplicación dentro de la Ingeniería de Mantenimiento, Confiabilidad y Gestión de Activos. Permite la minimización de costos operacionales, maximización de la productividad y la calidad en el funcionamiento de los equipos, al suministrar un diagnóstico inmediato a través del perfil termográfico de temperatura sobre la condición de los equipos críticos. Esto contribuye a detectar inmediatamente defectos y prevenir fallas no deseadas, que pudiesen ocasionar paradas y/o pérdidas muy costosas para las empresas.

A través de este curso, Thermotech suministrará herramientas eficaces para una buena implementación de la Termografía infrarroja en procesos e instalaciones, mediante la capacitación de alto nivel y perfeccionamiento de los conocimientos, avalados por Center of Infrared Training de Estados Unidos de Norte América.

El curso tendrá lugar en el Lidotel Barquisimeto, del 2 al 5 de mayo, y cubrirá todos los aspectos básicos de la

termografía, ajustados a los parámetros de la Norma ASNT (American Society Of Non - Destructive Standars Institute) CP-189 y CIT Group (Center of Infrared Training). Entre los temas de estudio figuran Termodinámica, Conservación de Energía, Equilibrio Térmico, Radiación, Espectro Electromagnético, Fundamentos de Infrarrojo, Ley de Planck para radiación de Cuerpos negros, Cuerpos Negros, Materiales Infrarrojos, Medición de Temperatura Básica. Cámaras, Hardware de instalación y funcionamiento, Errores en la medición radiométrica, entre otros temas. También contempla sesiones de Laboratorio de software para la generación básica de Informes y Procesamiento de Imágenes, talleres de aplicación práctica, elaboración de informes termográficos, mediciones termográficas, y un examen final en conformidad con los requisitos de la norma ASNT. El programa ofrece Certificado de Asistencia y Certificado de Aprobación del Programa, Manual del Curso impreso en español y la evaluación para obtener la Certificación.

Vale destacar que la certificación de los cursos ofrecida por CIT Group, considerando todos los niveles disponibles, excede las recomendaciones de entrenamiento de la ASNT SNT-TC-1^a, pues cubre todos los temas relacionados con Infrarrojo recomendados por ASNT, con énfasis en Mantenimiento Predictivo.

THERMOTECH®

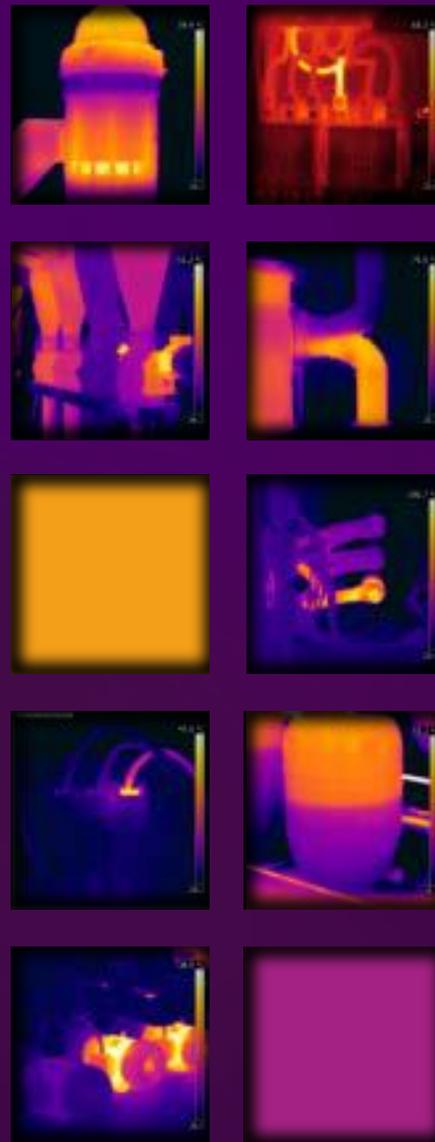
Hacemos visible lo invisible...

SOMOS UNA ORGANIZACIÓN
VENEZOLANA
CON BASE INTERNACIONAL
CON LA MISIÓN DE OFRECER
SOLUCIONES EFECTIVAS
A NUESTROS CLIENTES
POR MEDIO DE
**TERMOGRAFÍA
INFRARROJA**

Servicios en:
▪ Venezuela
▪ Colombia
▪ Estados Unidos

SERVICIOS:

- CONSULTORÍA INFRARROJA
- VENTA DE CÁMARAS TERMOGRÁFICAS
- ESTUDIOS DE CALIDAD DE ENERGÍA
- ANÁLISIS POR VIBRACIONES MECÁNICAS
- MANTENIMIENTO EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN
- INSTALACIONES ELÉCTRICAS



Participa

Programa de Certificación

TERMOGRAFÍA
Nivel I

Del 2 al 5 de mayo
Barquisimeto - Venezuela

AVALADO POR:

CIT
Center of Infrared Training

www.thermotechvzla.com



Thermotechvzla



@thermotechvzla



Thermotechvzla

Av. Libertador con calle 29
Barquisimeto - Lara
Rif J-40199898-4

✉ thermotechca@gmail.com
☎ +58 251 2732401 | 251 2735188
+58 424 5043858 | 414 5150823

PLAN MODULAR DE ALINEACION LASER Y CONDITION MONITORING

ESTADO DEL ARTE DE ALINEACIÓN Y CONDITION MONITORING

Los sistemas de alineación y condition monitoring (monitoreo de la condición) llevan más de 40 años implantados en la industria en todo el mundo. Esto se asocia al Mantenimiento Predictivo. Están posicionados como tecnología de alto nivel, muy fiable y precisa, pero se aprecia como tecnología cara y elitista. Muchas empresas con máquinas de alto coste y valor añadido son controladas con dicha tecnología.

La tecnología dispone de instrumentos y sus softwares de control de las variables que lo dominan. La mayoría de técnicos y gestores de mantenimiento ven la tecnología y el Mantenimiento Predictivo como algo que da valor añadido y es independiente de la operativa diaria del mantenimiento generalista. Se denota una necesidad en disponer de una herramienta que ayude a implantar programas de alineación y condition monitoring, con sinergias con la actividad operativa del mantenimiento diario. Se denota una necesidad en tener una herramienta que defina y mida todos los agentes que interactúan con la tecnología y el Mantenimiento Predictivo, para conseguir utilizarla en su justa medida en el momento adecuado, para generar la mayor rentabilidad de la actividad de mantenimiento en empresas.

SOLUCIÓN DE UN PROGRAMA DE ALINEACIÓN Y CONDITION MONITORING

SIMRO Consulting ha desarrollado una herramienta que está a disposición de sus clientes, en la que se observan, miden y calculan todos los agentes que interactúan con las unidades productivas de una empresa industrial y en las que es necesario implantar tecnología de alineación láser y condition monitoring.

Esta herramienta no solo tiene un objeto técnico, sino que también económico y humano, acoplándose a la óptica productiva de las empresas, viendo cuánto y cómo de críticos son estos activos y diseñando un plan operativo y de ejecución, para poder operar con la tecnología con el objetivo de extraer el máximo rendimiento a sus máquinas y activos.

El cálculo de costes visible y ocultos y agruparlos en una cuenta de resultados, donde se analiza los esfuerzos de inversión y gasto que realiza la empresa con la implantación del programa y la tecnología, obteniendo un ROI positivo, hace de la herramienta Implantación de Alineación y Condition Monitoring la más potente del mercado, por sus dotes de vislumbrar todo el potencial en las oportunidades de ahorro de costes y aumento de rentabilidad operando con las máquinas.

MODELO DEL PROGRAMA



Figura 1- Modelo del programa alineación y condition monitoring

1-Saber que tecnología aplica el cliente para ALI y/o CM, cualificación del personal, volumen de máquinas, estructura organizativa, cultura de empresa. Que el cliente comience a hacer un benchmarking de su gestión.

2-Establecer el concepto de tren de máquina, máquina, punto de medición (ALI y/o CM). Saber si el cliente utiliza codificación de máquinas y qué parámetros se utilizan para evaluar la criticidad de máquinas.

3-Objetivo es dar a conocer el cálculo de criticidad de máquinas por medio de variables intrínsecas y extrínsecas de la máquina, cómo afectan cada una de ellas y como se traduce en un valor de criticidad.

4-Estructurar la información técnica necesaria para identificar el alcance técnico y operativo de una máquina para identificar sus elementos principales y poder configurar un plan correcto de ALI & CM.

5-Hacer ver al usuario la realidad de los costes directos e indirectos; así como, los costes ocultos que se enmascaran en la actividad operativa de las plantas productivas de los sectores industriales, pero que afloran en la cuenta de pérdidas y ganancias de la compañía.

6-El objetivo del presente módulo es conocer el estado en que está la organización de mantenimiento para comprobar su penetrabilidad en ALI & CM.

7-Quién va a ejecutar el plan y cuánto va a costar a nivel de tiempo que luego se traduce en dinero.

8-El objetivo en el diseño técnico del plan son determinar las características de los agentes que interactúan con el plan de operaciones de ALI & CM. Las habilidades y capacidades de las personas son clave para determinar un "kick off" del programa.

9-Estudio económico para ver la viabilidad de la implantación del programa ALI & CM. Por tanto, se cuantificarán todos los agentes que se han puesto en escena durante los módulos del programa.

10-Plan guía para implantar el programa coaching; plan de actividades fechas de sus hitos, personal involucrado y responsables.

11-En el último módulo, se hará una entrevista directamente con el autor del programa para obtener feedback y puntos de mejora del mismo. El autor entregará al cliente un programa de implementación de alineación y/o mantenimiento predictivo aprobado.

BENEFICIOS USO DEL PROGRAMA

Tanto el coach como el usuario deben tener en cuenta que los riesgos de no utilizar un plan de ALI & CM (alineación y condition monitoring), son varios, pero el más visual es la no consecución de beneficios operativos y económicos para su empresa, que determinan el:

- Ahorro energético por alineación correcta.
- Alargar la vida de las máquinas y sus componentes.
- Realizar menores paros de producción no programados.
- Ahorro de mano de obra de mantenimiento.
- Mayor conocimiento en las técnicas de alineación láser y análisis de vibraciones.
- Conocimiento de las máquinas para mejoras o reingeniería.
- Dominio de los costes visibles y ocultos.
- Toma de decisiones correctas basadas en alineación y condition monitoring.

DESCRIPCIÓN DE MÓDULOS

MÓDULO 1- Análisis de situación inicial

Saber que tecnología aplica el cliente para ALI y/o CM, cualificación del personal, volumen de máquinas, estructura organizativa, cultura de empresa. Que el cliente comience a hacer un benchmarking de su gestión. Inicialmente se debe investigar cómo y porqué el cliente está haciendo alineación y condition monitoring en su parque de maquinaria, si no lo hace por qué no lo hace. Interesante conocer que sistemas hace servir, comparadores, reglas, cuerdas para alineación; sensaciones, oído, sonómetro, medidor de RMS para condition monitoring.

El objeto es conocer la empresa, la situación de partida a la que se enfrenta el coach para poder ser más intensivos en tecnología o método, caminos muy diferentes que deben llevar al mismo punto, implantación de un programa correcto de ALI y/o CM.

PLANTILLA MÓDULO 1- ANÁLISIS DE SITUACIÓN INICIAL

EMPRESA		ORGANIZACIÓN	
Nombre		Dept. Mantenimiento (SI/NO)	
CIF		Dept. Fiabilidad (SI/NO)	
Dirección		Dept. Ingeniería (SI/NO)	
Tel. centralita		Dept. I+D (SI/NO)	
web		Dept. Innovación (SI/NO)	
Sector		Oficina Técnica de MTO (SI/NO)	
Subsector		Nº de responsables de dept.	
Población		Nº encargados / jefes de área	
Provincia		Nº mecánicos	
Nº Plantas		Nº eléctricos / instrumentistas	
Nº Trabajadores		Edad media de responsable	
Se dispone de informe financiero (SI/NO)		Edad media de técnicos / operarios	
Hay inversiones actuales (SI/NO)		Estudios de media de responsables	
Ha habido reestructuración de personal (SI/NO)		Orientación a tecnología y métodos ALI / CM de técnicos / operarios (<u>mala/regular/buena/muy buena</u>)	
Ha habido contratación de personal (SI/NO)		Los responsables / técnicos / operarios reciben periódicamente formación (SI/NO)	
Observaciones coach:			

Figura 2- Análisis de situación inicial

MÓDULO 2- Inventario de máquinas

Establecer el concepto de tren de máquina, máquina, punto de medición (ALI y/o CM). Saber si el cliente utiliza codificación de máquinas y qué parámetros se utilizan para evaluar la criticidad de máquinas y cómo se evalúan. Una vez establecido la identidad de la empresa, sectorizándola e identificando la cultura en ALI y CM, es necesario estructurar los activos del fin de la empresa productiva donde se realiza el estudio, en máquinas e instalaciones susceptibles de ser elementos operativos

con un consumo de recursos humanos y materiales, con lo que se debe conocer a qué máquinas, elementos y puntos medir alineación y vibraciones.

De este modo es necesario conocer la arborescencia de activos, dicho de esta forma ya que normalmente las plantas productivas trabajan con estructuras de entre 3 y 5 niveles donde se determina las secciones, trenes de máquinas y máquina de cada proceso o línea manufacturera.

PLANTILLA MÓDULO 2- INVENTARIO DE MÁQUINAS

nº	ESTRUCTURA MANTENIMIENTO-INGENIERIL DE ACTIVOS			INFORMACIÓN OPERATIVA Y CRITICIDAD DE ACTIVOS			
	MÁQUINA	COMPONENTE	PUNTO	TIPO MÁQUINA	POTENCIA (kW ó CV)	HORAS (h/d; h/s u h/a)	CRITICIDAD (baja/media/alta)
1	---						---
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Figura 3- Inventario de máquinas

MÓDULO 3- Análisis de Criticidades de Máquinas

Determinar cómo de crítico es una máquina es muy importante para definir el plan estratégico de mantenimiento, conocer los recursos humanos y materiales consumidos por dicha máquinas y calcular de forma correcta el ROI de la inversión y gasto en mantenimiento de dicha máquina. Dicho de otra forma, el análisis de criticidad son los cimientos de la edificación del curso de ALI & CM, ya que se establece las etiquetas de poco crítico a muy crítico, dando una herramienta muy sólida al usuario del

presente curso a tomar decisiones correctas en los siguientes pasos. Como objetivo primordial es dar a conocer el cálculo de criticidad de máquinas por medio de variables intrínsecas y extrínsecas de la máquina, cómo afectan cada una de ellas y como se traduce en un valor de criticidad.

El cálculo de criticidades de máquinas se basa en la ponderación numérica de 15 variables con 5 rangos de cada una, un total de 75 variables valoradas o ponderadas su criticidad según criterios de experiencia y comparación entre las mismas.

PLANTILLA MÓDULO 3- DESCRIPCIÓN CRITICIDADES

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	001	002	003	004	005
EQUIPO	E1 Tipo máquina	Motor 10	Reductor 25	Ventilador 15	Bomba 20	Alternativo 30
EQUIPO	E2 Potencia (kW ó CV)	< 30 kW 5	30 < 100 15	100 < 300 20	300 < 1000 25	> 1000 35
EQUIPO	E3 RPM	< 15 30	15 < 150 10	150 < 3000 10	3000 < 12000 20	> 12000 30
EQUIPO	E4 Temperatura (°C)	< -10 25	Ambiente 5	Amb. < 150 10	150 < 500 20	> 500 40
EQUIPO	E5 Número de ejes	1 0	2 ó 3 15	4 ó 5 20	6 30	> 7 35
EQUIPO	E6 Entorno	Normal 0	Sumergido 25	Altura 20	Explosivo 20	Alto riesgo 35
PROCESO	P1 Tipo proceso	Reacción 20	Lineal 30	Logística 15	Transformación 20	Manutención 15
PROCESO	P2 Tipo producto	Líquido 20	Sólido 20	Gaseoso 35	Montaje 15	Voluminoso / Aéreo 10
PROCESO	P3 Técnica	Presión 20	Temperatura 15	Velocidad 10	Precisión 25	Calidad 30
OPERATIVA	O1 Tipo producción	Continuo 35	Bach 15	Bajo demand 20	Contra stock 15	Proyecto singu 15
OPERATIVA	O2 Funcionamiento	24 / 365 40	L-V 8 horas 10	L-D 16 horas 20	L-V 24 horas 25	< 500 horas/año 5
ECONÓMICO	D1 Precio equipo (k€)	< 1 0	1 < 3 10	3 < 10 15	10 < 50 25	> 50 50
ECONÓMICO	D2 Coste	< 0,5 0	0,5 < 2 10	2 < 5 20	5 < 25 30	> 25 40
MANTENIBIL	M1 Recambios	Baja 35	Crítico 30	Plazo entrega 20	Accesible 10	Manejable 5

Figura 4- Descripción criticidades

MÓDULO 4- Ficha técnica de máquinas

La información técnica de máquinas puede ser muy extensa y aún más si se debe tratar de diferentes máquinas para diferentes sectores, rendimientos, materiales, dimensiones son algunas de las variables que definen una máquina. Pero, el objetivo del presente módulo es estructurar la información técnica necesaria para identificar el alcance técnico y operativo de una máquina para identificar sus elementos principales y poder configurar un plan correcto de ALI & CM.

La ficha técnica se divide en 4 bloques de información, los cuales son de identidad de la máquina orientado a plan de ALI & CM, no orientado a la codificación marquista de la máquina, datos operativos y de funcionamiento, datos necesarios para configurar las frecuencias propias de los sistemas mecánicos, eléctricos e hidráulicos y poder determinar fallos en CM y datos de lubricación, siendo este último de menor medida y opcional.

PLANTILLA MÓDULO 4- CORRESPONDENCIA DATOS TÉCNICOS											
Dato técnico		Motor	Bomba	Reductor	Ventilador	Compresor	Agitador	Frigorífica	Alternativo	Tren	Linea
Identidad	Potencia (kW ó CV)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Revol/min (rpm)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Posición (horizontal ó vertical)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Número de ejes			*					*	*	*
	Tensión eléctrica	*									
	CC ó CA	*									
	Temperatura (°C)		*	*	*	*	*	*			
	Dimensiones generales (LxAxP) (m)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Tipo de bancada (rígida o flexible)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Diámetro rodete		*					*			
	Tipo de acoplamiento (elástico, rígido, ...)				*	*	*	*	*	*	*
	Peso (kg (kpf))	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Alex (SI ó NO)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Tornillos de posicionamiento (SI ó NO)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Operativa	Caudal (m ³ /h)		*		*	*	*	*	*		
	Fluido		*		*	*	*	*	*		
	Presión (bar)		*		*	*	*	*	*		
	NPSH (metros)		*		*	*	*	*	*		
	Rendimiento (dimensional)	*	*		*	*	*	*	*		
Frecuencias propias	Número de palas		*		*	*	*	*	*		
	Número etapas de engrane			*							
	Diámetro piñones y coronas			*							
	Número de dientes			*							
	Tipo de engranajes			*							
	Rodamiento motor	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Rodamiento máquina	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Número de palas	*										
Lubricación	Material bancada	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Tipo de aceite		*	*	*	*	*	*	*		
	Viscosidad aceite o grado ISO VG		*	*	*	*	*	*	*		
Capacidad ó nivel de aceite (litros)		*	*	*	*	*	*	*			

Figura 5- Correspondencia datos técnicos

MÓDULO 5 - Análisis de costes de mantenimiento

La gestión de mantenimiento es una actividad ardua y difícil de comprender si no se utilizan todas las variables por las cuales se relaciona dicha actividad tan importante en las empresas. Es por ello, necesario comprender todos los costes reales que inciden en la actividad de mantenimiento y más en concreto en ALI & CM.

El objetivo del presente módulo es hacer ver al usuario la realidad de los costes directos e indirectos; así como, los costes ocultos que se enmascaran en la actividad operativa de las plantas productivas de los sectores industriales, pero que afloran en la cuenta de pérdidas y ganancias de la compañía gestionado por los departamentos de administración y finanzas.

PLANTILLA MÓDULO 5- CORRESPONDENCIA ESTRUCTURA DE COSTES

PLANTA ó SECCIÓN:			ESTRUCTURA DE COSTES									
GRUPO DE COSTE	TIPO DE COSTE	CONCEPTO	HORAS /AÑO	%	AMORTIZACIÓN /AÑO (€)	€/AÑO (materiales, producción, MO total)	KW DE PRODUCCIÓN	€/ HORA	€/ DIRECTO	€/ INDIRECTO	€/ OCULTO	TOTAL € / AÑO
RECURSOS HUMANOS	Directo	Intervención ALI	•					•	•			
	Directo	Intervención CM	•					•	•			
	Directo	Supervisión	•					•	•			
	Indirecto	Gestión	•					•		•		
	Indirecto	Gerencia		•					•	•		
	Indirecto	Estructurales		•					•	•		
MATERIALES	Directo	Alineador			•				•			
	Directo	Colector FFT			•				•			
CONOCIMIENTO	Oculto	Alineación				•					•	
	Oculto	Vibraciones				•					•	
	Oculto	Experiencia				•					•	
OPORTUNIDAD	Oculto	Recambios ahorrados		•		•					•	
	Oculto	Aumento productividad		•		•					•	
	Oculto	MO total ahorrada		•					•	•	•	
	Oculto	Ahorro energético ALI	•	•			•				•	

Figura 6- Correspondencia estructura de costes

MÓDULO 6- Análisis de estructura de mantenimiento

El objetivo del presente módulo es conocer el estado en que está la organización de mantenimiento para comprobar su penetrabilidad en ALI & CM. Se dimensiona la estructura de mantenimiento, se estudia sus capacidades y habilidades, se diagnóstica la cultura predictiva y se mide el grado de interés y aceptación en el uso de la instrumentación.

MÓDULO 7- Diseño operativo del plan

El objetivo en el diseño del plan de operación de ALI & CM es saber quién va a ejecutar el plan y cuánto va a costar a nivel de tiempo que luego se traduce en dinero. O sea, es la parte del esfuerzo que hay que

realizar para ejecutar el plan, en el módulo 9 se verán los beneficios obtenidos y calculado el retorno del esfuerzo mediante el ROI.

Los costos de operación son mayormente atribuidos a personas, pero también a la disponibilidad de instrumentos y softwares utilizados para realizar el plan. Es por ello que se debe desgranar las operaciones en alineación y condition monitoring para poder calcular la carga de trabajo de cada una de las personas implicadas, no solo en la ejecución operativa de alinear o analizar las vibraciones, sino también en todos los elementos necesarios para poder llevar a cabo dicha ejecución del plan donde se incluye, gestión y comunicación.

PLANTILLA MÓDULO 7- CASO COSTE PLAN EJECUCIÓN ALI & CM

MÁQUINA	CRITICIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL €
MOTOR 1	MODERADA	1.400	1.000					1.400	1.000					4.800
MOTOR 2	MODERADA	1.400	1.000					1.400	1.000					4.800
MOTOR 3	MODERADA	1.400	1.000					1.400	1.000					4.800
MOTOR 4	MODERADA	1.400	1.000					1.400	1.000					4.800
MULTIPLICADORA 1	CRÍTICA	1.400	4.300	5.700	1.000	1.400	1.000	1.400	1.900	5.700	1.000	1.400	1.000	27.200
MULTIPLICADORA 2	CRÍTICA	1.400	4.300	5.700	1.000	1.400	1.000	1.400	1.900	5.700	1.000	1.400	1.000	27.200
REDUCTOR 1	ALTA	4.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	15.700
REDUCTOR 2	ALTA	1.000	4.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	15.700
REDUCTOR 3	ALTA	1.000	1.000	4.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400	1.000	1.000	1.000	15.700
REDUCTOR 4	MEDIA	1.000			1.400			1.000			1.000			4.400
REDUCTOR 5	MEDIA	1.000			1.400			1.000			1.000			4.400
REDUCTOR 6	MEDIA			1.000			1.400			1.000			1.000	4.400
REDUCTOR 7	MEDIA			1.000			1.400							2.400
REDUCTOR 8	MEDIA			1.000			1.400							2.400
TOTAL €		16.700	18.900	20.700	7.800	5.800	9.200	13.800	11.200	15.800	7.000	5.800	6.000	138.700 €

Figura 7- Caso coste plan ejecución ALI&CM

MÓDULO 8- Diseño técnico del plan

El objetivo en el diseño técnico del plan son determinar las características de los agentes que interactúan con el plan de operaciones de ALI & CM. Las habilidades y capacidades de las personas son clave para determinar un “kick off” del programa, desde el punto donde se debe empezar. Las capacidades de la tecnología tanto en los instrumentos como en los softwares son muy importantes también. La prevención de riesgos laborales es algo innato de todas las empresas, es en el presente módulo que se tendrá en cuenta.

La formación experiencia y habilidades serán los atributos medidos para determinar si el personal propio está

preparado para la implementación del plan o es necesario formarlos, de todos modos previamente a este análisis se debe determinar las necesidades de externalización de servicios tiene la empresa referente a ALI & CM, ya que aunque los técnicos de mantenimiento tengan las habilidades y capacidades adecuadas, por un tema de carga de trabajo y estrategia en recursos humanos le puede interesar externalizar los servicios.

El hardware y el software necesarios para implantar ALI & CM, tienen que tener unas condiciones de usabilidad, capacidad, fiabilidad y precisión para ser acordes con los programas definidos.

PLANTILLA MÓDULO 8- REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE HARDWARE

	ALI Ejes	ALI Geométrica	ALI Industrial	CM Offline	CM Online
1 Equipos portátiles	●	●	●	●	
2 Equipos fijos					●
3 Entorno visualización amigable	●				
4 Variabilidad de accesorios y medidores					
5 Alto rango de precisión y medida					●
6 Calibración de equipos	●	●		●	
7 Equipos ATEX	●			●	
8 Realización de informes en equipos	●	●	●	●	●
9 Exportación de datos a PC	●	●	●	●	●
10 Transporte y manutención de equipos					
11 Equipos modulares ampliables	●			●	

Figura 8- Requerimientos técnicos de hardware

MÓDULO 9- Análisis de la inversión

Cálculo del retorno de la inversión de la implementación de la tecnología. Diferentes escenarios en la cuenta de resultados de mantenimiento. El presente módulo es uno de los tres últimos que cierran el programa donde se necesita realizar un estudio económico para ver la viabilidad de la implantación del programa ALI & CM. Por tanto, se cuantificarán todos los agentes que se han puesto en escena durante los módulos del programa y se medirá el retorno de gasto e inversión en personas, instrumentos, formación,

consultoría respecto a los ahorros en costes de mantenimiento, productivos, oportunidad que generan la implantación del programa.

Para poder observar el resultado económico desde diferentes perspectivas, se plantean diferentes escenarios lineales (costes-beneficios) por los cuales se pueden tomar decisiones como comprar instrumentación y hacerlo con personal propio o externalizar la ejecución de los planes de ALI & CM a empresas especialistas.

PLANTILLA MÓDULO 9- ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN RECURSOS INTERNOS LAMINACIÓN TECNOLOGÍA PARA 4 PLANTAS

			1er AÑO				2º AÑO				3er AÑO			
TOTAL ANUAL INVERSIÓN			1T	2T	3T	4T	1T	2T	3T	4T	1T	2T	3T	4T
CONOCIMIENTO	Oculto	Alineación	2.000 €	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
	Oculto	Vibraciones	6.000 €	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
	Oculto	Experiencia	4.000 €	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
OPORTUNIDAD	Oculto	Recambios ahorrados	17.500 €	4.375	4.375	4.375	4.375	4.375	4.375	4.375	4.375	4.375	4.375	4.375
	Oculto	Aumento productividad	22.500 €	5.625	5.625	5.625	5.625	5.625	5.625	5.625	5.625	5.625	5.625	5.625
	Oculto	MO total ahorrada	18.252 €		9.126		9.126		9.126		9.126		9.126	
	Oculto	Ahorro energético ALI	30.240 €	7.560	7.560	7.560	7.560	7.560	7.560	7.560	7.560	7.560	7.560	7.560
INGRESOS			100.492 €	20.560	29.686									
RECURSOS HUMANOS	Directo	Intervención ALI	23.040 €	5.760	5.760	5.760	5.760	5.760	5.760	5.760	5.760	5.760	5.760	
	Directo	Intervención CM	30.720 €	7.680	7.680	7.680	7.680	7.680	7.680	7.680	7.680	7.680	7.680	
	Directo	Supervisión	3.240 €	810	810	810	810	810	810	810	810	810	810	
MATERIALES	Directo	Coaching de Mantenimiento	5.000 €	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	
	Directo	Formación ALI	2.500 €	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
	Directo	Formación CM	54.000 €	6.500 €	81	81	81	81	81	81	81	81	81	
	Directo	Alineador	15.000 €	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	
	Directo	Colector FFT	25.000 €	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	
COSTES DIRECTOS			59.117 €	14.779										
RECURSOS HUMANOS	Indirecto	Gestión	3.840 €	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960	
	Indirecto	Gerencia	4.867 €	1.217	1.217	1.217	1.217	1.217	1.217	1.217	1.217	1.217	1.217	
	Indirecto	Estructurales	7.301 €	1.825	1.825	1.825	1.825	1.825	1.825	1.825	1.825	1.825	1.825	
COSTES INDIRECTOS			16.008 €	4.002										
RESULTADO ANUAL			25.367 €	1.779	10.905									
ROI €				1.779	10.905	1.779	10.905	1.779	10.905	1.779	10.905	1.779	10.905	
ROI ACUMULADO €				1.779	12.684	14.463	25.367	27.146	38.051	39.830	50.735	52.514	63.418	65.197
ROI ACUMULADO AÑOS				0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
													3,00	

Figura 9- Análisis de la inversión con recursos internos caso laminación para 4 plantas

MÓDULO 10- Diseño del proyecto de ejecución

Para ir cerrando el programa es necesario disponer de un plan guía para implantar el programa coaching, pero lo más importante es disponer de los riesgos de no hacer el programa, es la forma de entrar en la zona de consciente y dejar la zona inconsciente referente al tema que nos ocupa.

Un plan de actividades fechas de sus hitos, personal involucrado y responsables es el objeto del presente módulo, porque a pesar de que el programa es estructurado por módulos y secuencial, del primero al último, dicho plan ayuda a seguir un orden y sobre todo unas fechas para su implantación.

MÓDULO 11- Evaluación y aprobación del programa

Como se ha podido comprobar el programa de coaching de ALI & CM, es un protocolo exhaustivo y secuenciado para dominar

toda información que interactúa en la actividad de mantenimiento. Se recuerda que las técnicas y tecnología usadas en una empresa productiva son los instrumentos para conseguir el máximo rendimiento económico de los activos que se ponen en juego en la empresa, dicho de otro modo, los propietarios de las empresas, quién tiene las acciones, ponen en riesgo su capital para adquirir y comprar dichos instrumentos, además de otros recursos materiales y humanos, para que les dé el máximo valor de sus acciones.

Por tanto, el usuario del programa debe ver la herramienta del programa como una herramienta más de su actividad laboral que haga satisfacer los entes o personas que capitalizan la empresa donde están adquiriendo el poder adquisitivo de su salario para ellos y sus familias.

El coach entregará al usuario un certificado firmado por el autor del programa con la aprobación del mismo.

AUTOR:

Marc Gardella

Director SIMRO CONSULTING

Sant Ferrán, 210-212, 08205 Sabadell (Barcelona-España)

marc.gardella@simroconsulting.com



E&M Solutions, c.a.

Empresa líder en Mantenimiento,
Confiabilidad y Gestión de Activos

PRESENTA

CURSOS TÉCNICOS

Abril - Septiembre 2016

Introducción a la Confiabilidad Operacional

Análisis RAM de Activos Industriales

Taller de Negociación

Taller de Confiabilidad Humana

Taller de Mantenimiento

Centrado en Confiabilidad

Taller Introducción a la Planificación
del Mantenimiento

Duración: De 24 a 40 horas académicas

DICTADO POR PROFESIONALES ALTAMENTE CAPACITADOS
Y CERTIFICADOS INTERNACIONALMENTE

¡INSCRIBETE YA!

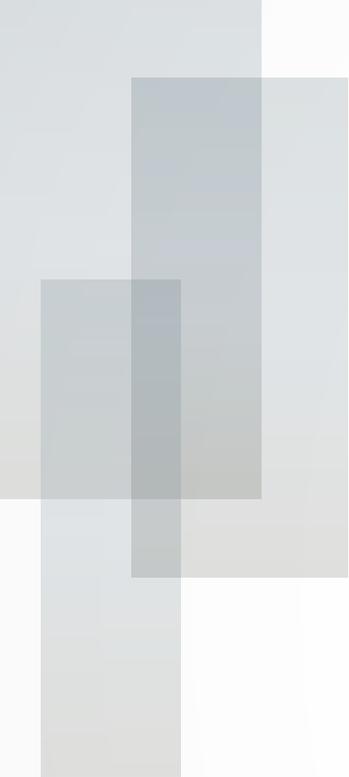
Más información en:

serviciosprofesionales@emsolutions.com

+58 2914000200



Soluciones efectivas para la Gestión de Activos



Homenaje LOURIVAL TAVARES

Y celebración del 30 aniversario del COPIMAN

El Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento nace para satisfacer la necesidad de la industria mexicana de desarrollar competencias técnicas y certificar profesionales en el área de mantenimiento, además de servir de catalizador de la evolución del mantenimiento y confiabilidad para alinearse con las mejores prácticas de la industria a nivel mundial.

Cada año el programa técnico incluye cursos especializados para el desarrollo de competencias técnicas, certificaciones internacionales y la presencia de especialistas de todo el mundo que comparten su visión, experiencia, nuevas ideas y casos de éxito para que los estrategas mexicanos puedan tomarlas como referencia para la definición de las estrategias en sus plantas. Es un congreso donde la visión, la innovación, las herramientas y las estrategias se combinan con la experiencia

para formar un caldo de cultivo de mejora y desarrollo.

Este año se celebran los 30 años del Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento y Gestión de Activos (COPIMAN) que es uno de los 17 comités técnicos de la Unión panamericana de Asociaciones de Ingenieros (UPADI).

COPIMAN logró su desarrollo y nombre gracias al empeño de muchas personas, pero siempre estará ligado el nombre de un Ingeniero Brasileño que con su esfuerzo dedicado, el desinteresado desprendimiento de su tiempo, firme convicción del trabajo voluntario y su visión latinoamericana hicieron que el COPIMAN trascendiera fronteras y se posicionara como un promotor de la Ingeniería del Mantenimiento. LOURIVAL TAVARES es reconocido en toda América Latina por su

“Gracias
 Lourival,
 tus
 enseñanzas
 serán eternas
 como el
 tiempo y
 renacerán en
 cada
 primavera”

Santiago Sotuyo

Por: Gerardo Trujillo C.

carisma, simpatía y profesionalismo. Ha entrenado miles de personas, dado cientos de cursos y conferencias, participado en paneles y además desarrollado maestrías y diplomados de mantenimiento en su natal Brasil y en otros países. Lourival es autor de libros y artículos técnicos que sirven de texto básico y avanzado a las generaciones actuales.

Muchos de nosotros lo consideramos un mentor, un amigo y hay quienes lo llamamos “Padre” por las muchas enseñanzas que nos ha dejado y por su espíritu siempre integrador y conciliador. Siempre buscando la unidad latinoamericana en pro de la mejora de la ingeniería de mantenimiento. No habrá espacio suficiente en este texto para agradecerle suficientemente lo que ha significado para mí en lo personal y en lo profesional, así que hemos decidido dedicar el 11 Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento del 2016 en su honor para que la comunidad del mantenimiento de América Latina le pueda agradecer su aporte.

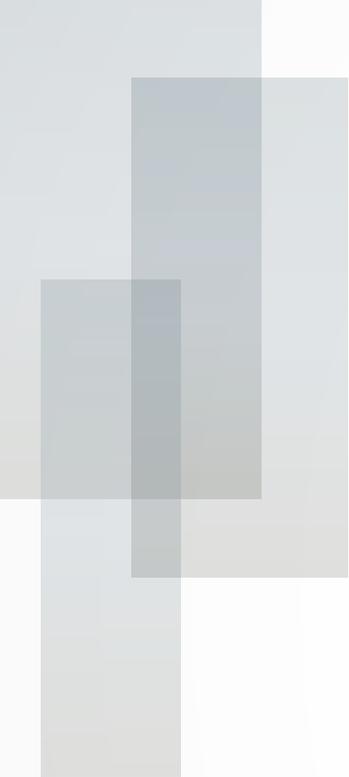
Lourival Tavares ya ha confirmado su participación con un curso pre-conferencia (sigue su labor docente) y una conferencia magistral, así que disfrutaremos nuevamente de su compañía y de su presencia en este homenaje.

Sirva también este mensaje para solicitar a quienes de alguna manera han tenido contacto, relación profesional o personal con el Ing. Tavares que nos envíen fotografías, videos, mensajes grabados en video, testimonios y todo lo que ustedes deseen compartir con nosotros para crear el documento en multimedia de su homenaje.

El evento será al cierre del 11º CMCM – 2016 que tiene lugar los días 26-29 de septiembre del 2016 en el recién inaugurado Pabellón M de la ciudad de Monterrey, N.L. México.

Les agradezco su apoyo y presencia en este evento que seguramente será emotivo y enriquecedor.

Para despedirme quiero compartir la frase de mi amigo y hermano Santiago Sotuyo (ambos nos enorgullecemos de ser hijos de Lourival): "Gracias Lourival, tus enseñanzas serán eternas como el tiempo y renacerán en cada primavera".



Tribute to LOURIVAL TAVARES

and celebration of COPIMAN's 30th anniversary

The Reliability and Maintenance Mexican Congress was born to satisfy the need of the Mexican industry to develop technical competence and certify professionals in the area of maintenance, as well as working as a catalyst of the maintenance and reliability evolution to align with the best practices within the industry worldwide.

Every year, the technical program features specialized courses for the development of technical competences, international certifications and the presence of specialists from all over the world who share their vision, experience, new ideas and successful cases so that their Mexican peers can use them as reference for defining their plant strategies. It's a congress in which vision, innovation, tools and strategies combine with experience to create the best formula for improvement and development.

This year it's the 30th celebration of the creation of the Pan American committee of Maintenance and Asset Management Engineering (COPIMAN), which is one of the 17 technical committees from the Pan American Union of Engineers Associations (UPADI).

COPIMAN gained its development and Brand name thanks to the effort of many people, but it will always be linked to a Brazilian engineer who, through a sustained dedication, unselfish time investment, firm volunteer work conviction and Latin American visión, made COPIMAN go beyond frontiers and be positioned as a promoter of Maintenance Engineering. LOURIVAL TAVARES is recognized in all Latin America for his charisma, charm and professionalism. He has trained thousands of people, has given hundreds of courses and conferences, participated in panels and also developed masters and diplomates in

“Thank you,
 Lourival,
 for your
 teachings
 will be
 eternal as
 time and
 will be
 reborn in
 each spring”

Santiago Sotuyo

By: Gerardo Trujillo C.

maintenance within his native Brazil and other countries. Lourival is the author of many books and technical papers that are a fundamental and advanced technical reference for the current generations.

Many of us consider him a mentor, a friend, and some even call him the “father” for his vast teaching legacy and integrating conciliation spirit. Always looking for the Latin American union towards improving maintenance engineering. There won't be enough space in this text to thank him enough for all he means to me personally and professionally, so we decided to dedicate this 11th Mexican Congress of Reliability and Maintenance 2016 to him so that the maintenance community in Latin America can appreciate his contributions.

Lourival Tavares has already confirmed his participation with a pre-conference course (to continue with his educational work) and a lecture, so we will definitely have the pleasure of his company again in this tribute.

May this message also help get us some more photographs, videos, messages, testimonials and any other material suitable from those who have contact or relationship with Engineer Tavares in order to create a multimedia document in his honor.

This event will take place on the closing of the 11th CMCM – 2016 between the 26 and 29 September 2016, at the recently inaugurated Pabellón M in the city of Monterrey, N.L. Mexico.

I thank you for your support and presence in this event that will surely be emotional and enriching.

Finally, I want to share a phrase from my friend and brother Santiago Sotuyo (we are both proud to be sons of Lourival): "Thank you, Lourival, for your teachings will be eternal as time and will be reborn in each spring".

Mantenimiento Industrial para afrontar la crisis

La baja de los precios del petróleo ha sumido al mundo industrial en uno de sus períodos más críticos. Aproximadamente unos US\$380.000 millones, destinados a inversiones en la industria petrolera, tienen de momento un destino incierto, pues muchos proyectos han sido pospuestos, o cancelados. Muchos países que dependen del comercio de crudo están sufriendo un impacto catastrófico en sus economías. Los países OPEP y otros productores independientes ya han anunciado el diseño de estrategias para frenar la caída de los precios del crudo, que pasa por la congelación de la producción, luego que Arabia Saudita en 2015 abriera el chorro de crudo para justamente abaratar los costos, con la esperanza de sacar del mercado (o al menos desanimar) la costosa producción de petróleo de esquisto en Estados Unidos, cuya rentabilidad debía ubicarse por encima de los 60 dólares por barril. En la hasta ahora irremplazable dinámica oferta-demanda, este exceso de petróleo en el mercado dio el resultado que todos ya sabían: la baja de los precios por sobreproducción. Sin embargo, algunos países que dependen casi exclusivamente del petróleo pagan un precio muy caro por la estrategia saudí, y confrontan en estos momentos graves problemas en sus finanzas públicas, como es el caso de Venezuela.

De modo que toca reordenar las fichas e intentar otra forma de jugar. En febrero, Rusia, Qatar, Venezuela y Arabia Saudita, entre otros, sostuvieron una reunión para llegar a acuerdos y frenar la producción con el fin de estabilizar los precios. No obstante, se ha tornado difícil convencer a otros productores grandes, que

podrían hacer caso omiso de esta propuesta y seguir produciendo a pesar de los bajos precios, amén de que la oferta sigue superando en 1,5 millones de barriles a la demanda.

El portal de noticias BBC recoge la más variopinta gama de información al respecto, con actualizaciones diarias de la evolución de este tema, teniendo como telón de fondo la crisis que ha causado la baja de los precios y todas las afectaciones que esto ha traído como consecuencia. Cita específicamente a la consultora internacional Wood Mackenzie, que ha hecho público un informe según el cual 68 megaproyectos petroleros (que suman casi 27.000 millones de barriles de petróleo en reservas) están parados debido a las condiciones del mercado petrolero. A su vez, el portal Sputnik destaca que la compañía norteamericana experta en riesgo Deloitte emitió un reporte según el cual unas 175 compañías tienen una deuda de más de 150 mil millones de dólares, lo que significa que este año todas ellas corren el riesgo de caer en bancarrota.

Dentro de este desalentador panorama, que algunos han calificado como “la Era del combustible barato”, cabría replantearse la postura de la industria en uno de sus aspectos más significativos: el mantenimiento industrial. La misma investigadora Deloitte ha dicho que en su reporte también se han considerado aspectos positivos para la industria petrolera mundial, entre los que figura muy específicamente el sector de servicios. En este sector, caracterizado por el suministro de

equipamiento y de recursos humanos, se inscribe la Ingeniería de Mantenimiento, una rama de la industria que podría capear mejor el temporal, debido a que requiere, comparativamente, menos inversión, y debido a ello las empresas podrían mostrarse más flexibles desde el punto de vista financiero. En países como España, por ejemplo, el sector del mantenimiento industrial tiene un peso aproximado del 9,5% del PIB nacional, según se desprende del seminario “El mantenimiento industrial en los tiempos de la crisis”, que tuvo lugar recientemente en la Universidad de Cádiz. En tal sentido, los expertos señalan que, en tiempos de crisis, es fundamental rentabilizar el mantenimiento, pero no es aconsejable en ningún sentido prescindir de este.

Profesionales versados en la materia, con largos años de experiencia en el ramo del mantenimiento, estiman que se debe considerar en estos tiempos de crisis la evaluación continua de la explotación de los activos físicos, soportándose en las técnicas de confiabilidad operacional, con la finalidad de medir su eficiencia. Indudablemente serían inversiones de bajo costo, que llevarían a mejorar el comportamiento de las instalaciones y determinar con certeza el compromiso de disponibilidad de las instalaciones versus la producción que se pueda comprometer, gerenciando los costos que involucra la inversión en ingeniería, mantenimiento y confiabilidad. Esta sería una de las mejores técnicas a utilizar, en esta era de entropía petrolera mundial, de la cual esperamos todos emerger más sabios y fortalecidos.

Arquímedes Ferrera, representante de la empresa E&MS México considera que sin duda alguna la fuerte caída de los precios del petróleo y las duras condiciones económicas, ha puesto la presión en las organizaciones de mantenimiento para seguir siendo competitivos y rentables con presupuestos cada vez más reducidos. Por lo que en muchos casos ya no resulta conveniente seguir con el enfoque tradicional de la gestión de los activos físicos. Las organizaciones de mantenimientos y confiabilidad, deben dirigir sus estrategias hacia

una optimización mantenimiento por su puesto visión en una confiabilidad óptima al mínimo riesgo. “Esto implica por supuesto, maximizar los recursos disponibles (humanos, materiales y financieros), mediante la utilización de herramientas de confiabilidad operacional y gestión de activos, que permitan orientar los recursos escasos, donde más generen valor a las empresas o industrias, como lo indique anteriormente manteniendo un equilibrio entre el Costo – Riesgo – Beneficio” – refirió Ferrera. Propone, entre otros aspectos, mejoras de la planta y la confiabilidad del equipo, mejorar las competencias del personal de mantenimiento y confiabilidad, planificar eficazmente, entre otros aspectos.

Adicionalmente, es importante resaltar que en estas épocas de crisis, debido a la poca disponibilidad de recursos para nuevas inversiones, dedicar recursos a:

1. Análisis de capacidad de la infraestructura existente para el manejo eficiente de la producción de acuerdo a los nuevos pronósticos, a través del modelado del comportamiento de los equipos bajo las condiciones de proceso presentes y futuras impuestas por los Objetivos de Producción y el Plan de Negocios del Activo.
2. Estudio de opciones de adecuación y/o desincorporación, que técnicamente satisfagan los nuevos requerimientos de producción.
3. Validación y jerarquización de opciones mediante evaluaciones financieras.
4. Análisis y recomendaciones para la toma de decisiones respecto a simplificar, adecuar y/o reorientar la infraestructura existente.

Vale la pena destacar, que durante la época de crisis, las organizaciones y en especial las de mantenimiento y confiabilidad, que son las más vulnerables a las reducciones presupuestarias, no pueden quedarse estáticas por estos acontecimientos, sino que deben dar los primeros pasos mostrándoles a los accionistas que pueden aportar beneficios significativos a las empresas, utilizando las estrategias y herramientas de las Gestión de Activos Físicos modernas.

La Efectividad de las actividades de Mantenimiento

El presente trabajo aborda la importancia de la Efectividad de las actividades de Mantenimiento. Se analiza como debemos concentrar los esfuerzos en la optimización de los recursos, sin perder de vista la Efectividad. La Efectividad de las actividades de Mantenimiento estará determinada por las Estrategias de Mantenimiento, por la Gestión de Mantenimiento y las Buenas Prácticas.

Eficacia y Eficiencia

Es importante comenzar por definir los siguientes conceptos:

- Eficacia: Capacidad de lograr los objetivos y metas programadas con los recursos disponibles en un tiempo predeterminado.
- Eficiencia: Capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando su optimización.

Mantenimiento y Confiabilidad

El objetivo de Mantenimiento es asegurar la competitividad de la Empresa, en esa medida es necesario aumentar la Confiabilidad de los equipos; es decir disminuir la cantidad de fallas que generan interrupciones no programadas, de manera de poder entregar la disponibilidad requerida por operaciones, asegurando los niveles de Calidad, Seguridad y Medioambiente.

- La función del Mantenimiento: es asegurar que todo Activo Físico continúe desempeñando las funciones deseadas.
- Confiabilidad: probabilidad de que un determinado equipo opere bajo las condiciones preestablecidas sin sufrir fallas.

Para lograr el objetivo de Mantenimiento es necesario desarrollar una Gestión Eficiente y Efectiva.

Confiabilidad Operacional

La Confiabilidad de los Equipos no es únicamente responsabilidad del área de Mantenimiento.

Es importante generar una conciencia sistémica dentro de la organización, para comenzar a madurar la Gestión de Mantenimiento y así lograr la optimización de la Confiabilidad.

Se define la Confiabilidad Operacional (CO) como la capacidad de una Instalación o un sistema integrado por: procesos, tecnología, y gente para cumplir su función dentro de los límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.

La Confiabilidad Operacional está determinada por los siguientes factores:

- Confiabilidad de Equipos
- Mantenibilidad de Equipos
- Confiabilidad Humana
- Confiabilidad de Procesos

Las Estrategias de Mantenimiento y la Efectividad de las intervenciones

La Eficacia o capacidad de alcanzar los Objetivos, va a depender en primer medida de las Estrategias de Mantenimiento que se apliquen a cada Máquina.

Para lograr la Eficacia es necesario:

- Aplicar la Estrategia adecuada al Modo de Falla, de acuerdo al tipo de Consecuencias de dicha Falla: Operacionales, de Seguridad y Medioambiente y Energéticas.
- Seleccionar la Técnica de Monitoreo con mayor sensibilidad, de forma de detectar más temprano cualquier falla potencial.
- Establecer la mejor frecuencia de intervención.

Por ejemplo, en el caso de componentes de un Equipo que posean Modos de Falla relacionados con el desgaste, el aplicar una Estrategia de Mantenimiento Preventivo en la frecuencia correcta, si bien podría ser Efectivo, no necesariamente será Eficiente, ya que podría existir la oportunidad de extender la vida en servicio de los componentes. En cambio si se aplicará una Estrategia de Monitoreo de Condición, permitiría realizar un seguimiento del estado de salud de los componentes, mediante distintas medidas de capacidad y/o de desempeño, de ésta forma así reducir los costos de:

- Lucro cesante por máquina parada, ya que se generarían menos horas de parada de máquina, a lo largo del Ciclo de Vida del Activo.
- Costo de mano de obra, por realizarse menos intervenciones en el Ciclo de Vida del Activo.
- Costos de repuestos y materiales, ya que se extendería la vida en servicio de los componentes, generando menos consumo de repuestos en el Ciclo de Vida de dicho Activo.

La Gestión de Mantenimiento: la Efectividad de las intervenciones

La selección de las mejores Estrategias por sí solas, no garantizan la Efectividad de las intervenciones.

Para la correcta ejecución es necesario:

- Planificar la intervención.

- Programar y coordinar la intervención.

Para esto es necesario, realizar previsiones y asignaciones de recursos, es decir: mano de obra especializada, repuestos, materiales y herramientas requeridas.

Sólo una organización con una Gestión de Mantenimiento madura, podrá dar el soporte para evitar al momento de la ejecución:

- Demoras por materiales faltantes.
- Demoras por herramientas faltantes.
- Demoras por documentación técnica faltante.
- Demoras por descoordinación con Producción.
- Demoras por incorrecta asignación de especialidades por Técnico.

Es decir, sólo una buena Gestión permitirá ser Efectivos y Eficientes.

Particularmente en el caso de Estrategias Predictivas, de Monitoreo de Condición y Proactivas, las inspecciones podrán detectar la presencia de un proceso de falla en evolución, aquí es que se debe Planificar y Programar la Acción Correctiva.

La organización de Mantenimiento debe ser capaz de responder rápidamente para aprovechar el alerta temprano y ejecutar la intervención correctiva, antes de evitar una falla mayor.

Se pueden aplicar las mejores Estrategias y las Técnicas más adecuadas, con mayor sensibilidad, pero si la organización presenta demoras en la Gestión de la información, compra de materiales y repuestos, el Plan de Monitoreo de Condición no aportará a una real Efectividad y Eficiencia, además se estarán desperdiciando los recursos y esfuerzos asignados a dicho Plan, que tampoco brindará su retorno de inversión.

Cuando esto sucede se generará falta de

credibilidad en la Gestión de Mantenimiento en todos los niveles de la organización y lejos se estará de tener efectividad en las intervenciones.

Por otra parte, la Calidad de la intervención puede verse fuertemente perjudicada por utilización de:

- Repuestos inadecuados.
- Repuestos sustitutos de mala calidad.
- Insumos de mala calidad.
- Falta de herramientas adecuadas para la ejecución de las tareas.

Además, generalmente los repuestos sustitutos presentarán menor vida en servicio. Esto puede generar fallas adicionales y son aspectos que se pueden evitar con el soporte de una buena Gestión de Mantenimiento que garantice la disponibilidad de los repuestos correctos y de buena calidad, así como también de todas las herramientas necesarias.

Es decir, todo lo anterior pondrá en riesgo la Efectividad y Eficiencia de la Gestión y de las intervenciones de Mantenimiento.

Las Buenas Prácticas y la Falla Autoinducida

Las Buenas prácticas de Mantenimiento comprenden:

- Buenas prácticas de Orden y Limpieza del Taller y la zona de trabajo.
- Buenas prácticas de lubricación y engrase.
- Buenas prácticas de montaje y desmontaje.

A nivel de fallas mecánicas, las fallas relacionadas con problemas de lubricación, así como las fallas relacionadas a problemas de montaje, representan la gran mayoría, por lo que debe jerarquizar a las Buenas Prácticas.

Tal como lo señala Moubray en su libro RCM2, existen seis patrones de falla en la maquinaria actual.

A continuación, se presentan los gráficos de la

probabilidad de falla en función de la edad operacional.



Graficas de los patrones de falla relacionados con la edad operacional.

Graficas de los patrones que no presentan relación entre la Confiabilidad y la edad operacional.

Figura N° 1. Patrones de falla, según Moubray

En los casos A, B y C se observa que la probabilidad de falla aumenta con la edad operacional, éste comportamiento es consecuencia del desgaste y se presenta en componentes que están en contacto directo con algún fluido o material. En cambio los patrones D, E, y F no presentan relación alguna entre la confiabilidad y la edad operacional, más propios de componentes electrónicos y eléctricos.

Tal como se puede apreciar en los gráficos anteriores, en varios Modos de Falla, se presenta una zona inicial de alta probabilidad de falla, denominada: "Mortalidad Infantil".

La mortalidad infantil puede ser debida a:

- Fallas de Calidad.
- Fallas de Montaje.
- Errores de Diseño.
- Errores humanos en la Operación.
- Errores humanos en el Mantenimiento.

Varios autores coinciden en las siguientes incidencias de las principales causas de la mortalidad infantil:

• Calidad en el Diseño	5%
• Calidad en la Fabricación	10%
• Calidad en la Instalación	20%
• Calidad en la Operación	20% a 35%
• Calidad en el Mantenimiento	45% a 30%

Tal como se puede apreciar en la tabla anterior, la mayor causa de la "Mortalidad Infantil" o falla prematura es debida a errores humanos en el Mantenimiento, éste comportamiento también suele ponerse de manifiesto luego de reparaciones mayores. De nada sirve implementar las mejores Estrategias, las más costosas Técnicas de Monitoreo, sino se fomentan las Buenas Prácticas. La Efectividad está muy relacionada con la Calidad de la Acción Correctiva, es fundamental no incluir elementos que ocasionen fallas adicionales que se pongan de manifiesto posterior de la intervención o reparación, ya que cuando esto sucede se disminuirá aún más la Confiabilidad.

Para alcanzar la Efectividad será necesario realizar:

- Revisión de los Procedimientos de ejecución de las tareas Mantenimiento.
- Evaluación de las necesidades de capacitación de cada Técnico.
- Evaluación de necesidades de herramientas.

De manera de elaborar un Plan de Capacitación teórico-práctico que incluya entrenamiento permanente en la tarea específica.

Generalmente los errores humanos no son responsabilidad de las propias personas, sino que son debidos a problemas de la propia organización:

- Confiabilidad del Proceso: falta de procedimientos, o de cumplimiento de los mismos.
- Confiabilidad humana: falta de planes de capacitación, desarrollo y reconocimiento, que generen el grado necesario de involucramiento

y compromiso con la tarea.

Para implementar las Buenas prácticas, será necesario:

- Establecer procedimientos.
- Instructivos paso a paso de los montajes críticos.
- Poner a disposición de los Técnicos toda la documentación técnica, Manuales y Planos necesarios.
- Poner a disposición todas las herramientas requeridas para la correcta realización de cada tarea.
- Capacitación y entrenamiento continuo.

Por lo anterior, se puede concluir que al promover las Buenas Prácticas, también se estará mejorando:

- La Confiabilidad del Proceso.
- La Confiabilidad Humana.

Conclusiones

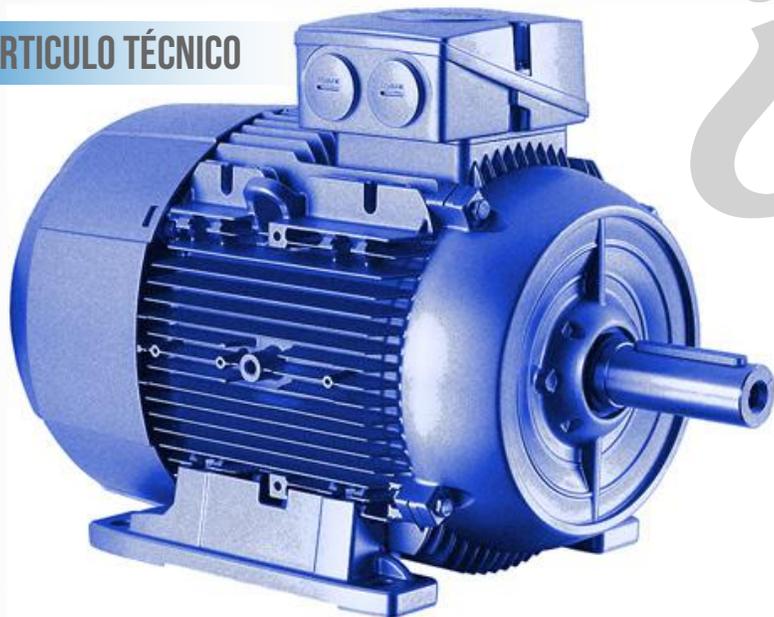
La Efectividad de las intervenciones, al igual que la Confiabilidad Operacional, depende de:

- Confiabilidad del Equipo, es decir las Estrategias de Mantenimiento aplicadas.
- Confiabilidad del Proceso, es decir las Buenas Prácticas.
- Confiabilidad Humana, es decir las Buenas Prácticas.
- Mantenibilidad del Equipo, es decir la Organización y Gestión de Mantenimiento.

Por todo lo anterior, no es posible implementar exitosamente un Plan de Mejora de la Confiabilidad, sin el soporte de una Gestión de Mantenimiento madura y sin promover las Buenas Prácticas que permitan garantizar la Efectividad de las intervenciones de Mantenimiento.

Autora:

Carolina Altmann Macchio
caltmann@adinet.com.uy



¿Cómo puede generarse la distorsión de carcasa en un motor eléctrico?

Hoy en día, a la hora de realizar la puesta en marcha de un motor eléctrico en las distintas plantas industriales se nota comúnmente la presencia de un problema tan común conocido coloquialmente como pata coja o pie elástico, lo cual genera una distorsión o deformidad en la carcasa del motor eléctrico.

El planteamiento de dicha interrogante, se ha generado por las numerosas veces que he visto presente dicha problemática en las distintas puestas en marchas de los motores eléctricos.

Realmente la causa – raíz del problema, radica en el hecho que se realizó una mala alineación de la cadena cinemática, debido a que el motor está mal apoyado.

En la mayoría de las veces dicho problema genera el aumento de las amplitudes de vibraciones en el motor eléctrico. Por lo que, lo primero que se debería verificar la presencia o no de una pata coja. El pie elástico o débil, significa básicamente que una de las patas del motor estaría mal apoyada, es decir, el motor no estaría bien asentado en su base, lo cual originaría una distorsión de la carcasa del motor eléctrico, donde se podría confundir con un problema eléctrico.

Desde el punto de vista del análisis de vibraciones los espectros son muy similares, en

ambos casos se observa un espectro en donde predomina el 1X de la frecuencia de giro en la dirección radial (vertical y/o horizontal). Generalmente, este tipo de problema son mal diagnosticados por que se podrían confundir con otros problemas, como por ejemplo un desbalanceo. Por ello, es importante observar más allá del espectro de vibraciones y observar atentamente el comportamiento de la fase.

CASO DE ESTUDIO

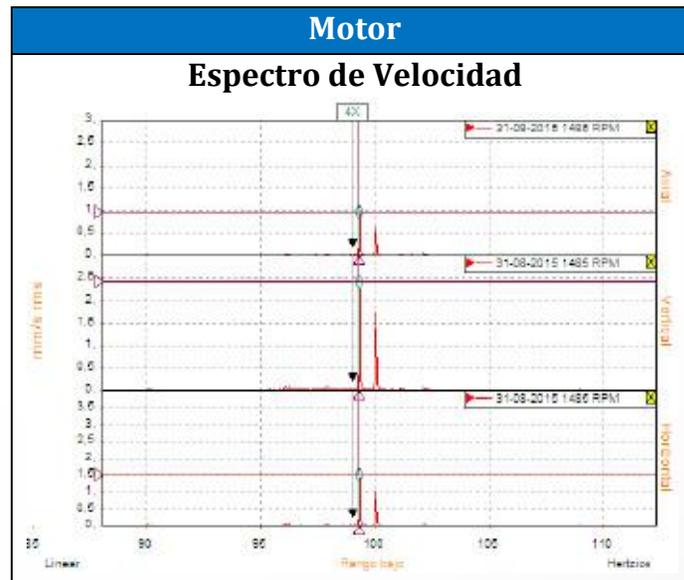
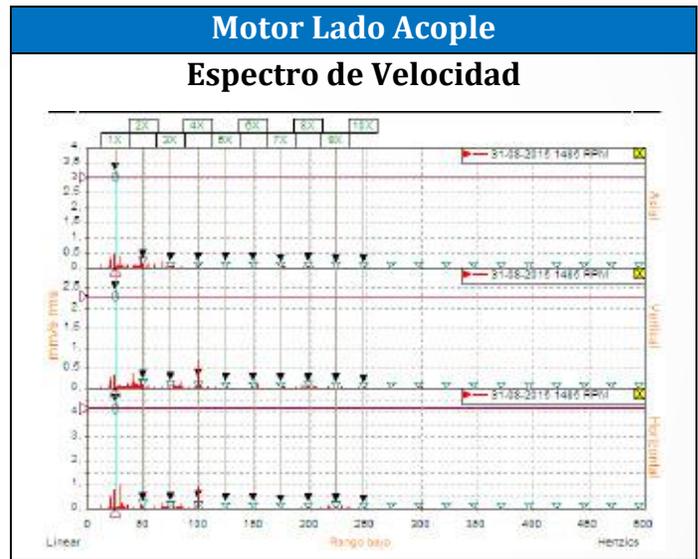
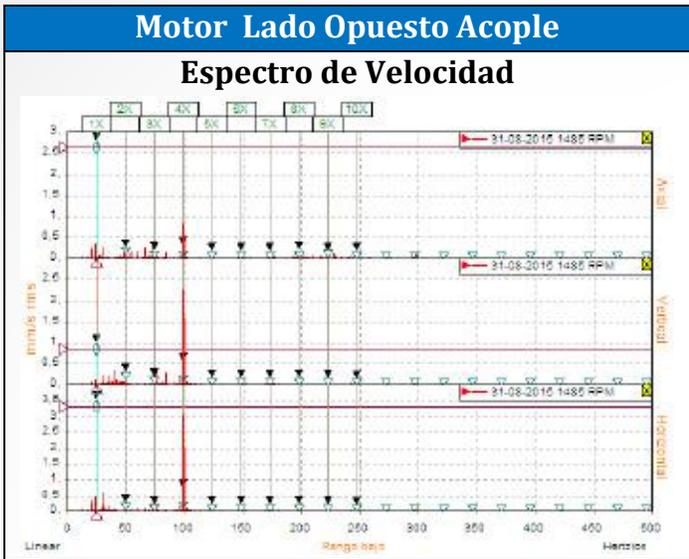
Tipo de Equipo:	MOTOR ASINCRÓNICO
Marca:	SIEMENS
Potencia:	132 KW
Tensión :	400/690 V
Corriente	230/132 A
Velocidad:	1485 RPM

ENSAYO "in situ"

Instrumento utilizado: **AZIMA DLI DCX**

Descripción: Analizador de vibración de cuatro canales apropiado para el análisis de la condición de funcionamiento de las máquinas rotativas.





VALORES GLOBALES DE VIBRACIÓN DEL MOTOR EN CARGA

Velocidad

Motor	Vertical (mm/s) RMS	Horizontal (mm/s) RMS	Axial (mm/s) RMS
Lado Opuesto Acople	3.38	5.77	3.46
Lado Acople	2.93	5	3.57

Aceleración

Motor	Vertical (G) RMS	Horizontal (G) RMS	Axial (G) RMS
Lado Opuesto Acople	0.213	0.383	0.199
Lado Acople	0.186	0.314	0.239

DIAGNOSTICOS DEL ANALISIS DE VIBRACIONES

- Analizando los espectros de velocidad del motor, se observa la presencia del 1X de la frecuencia de giro en valores admisibles. Se observa predominio de la amplitud de vibración del 1X de la frecuencia de giro en la dirección horizontal.
- En los espectros de velocidad del motor, se nota la presencia del 4X de la frecuencia de giro y el 2X de la frecuencia de línea. Por lo cual, al estar tan cerca dichas frecuencias se genera el fenómeno llamado modulación, donde se nota claramente la presencia del mismo en el motor durante su funcionamiento
- La presencia del 2X de la frecuencia de línea, se debe a la existencia de una deformidad en la carcasa, como consecuencia de una pata coja en el motor. Dicha problemática se confirmó con un breve ensayo, con el que comprobó la existencia de un mal apoyo en una de las patas del motor. Además, se observa que las patas del motor tienen muy distintas amplitudes de vibración en la dirección vertical y horizontal.



Fotografías que ilustran la presencia de la pata coja en el caso de estudio (Fotos tomadas por el autor).

AUTOR:

Lic. Martín Lémoli

Analista de Vibraciones Categoría 3

Capacitador en Análisis de Vibraciones

E-mail: mlemoli@hotmail.com – mlemoli@yahoo.com

Serie:

“CONFIABILIDAD EN SISTEMAS DE MISIÓN CRÍTICA: EMPEZAR POR EL PRINCIPIO”.

Sistemas de Puesta a Tierra (II Parte)

INTRODUCCIÓN

Continuando con la Serie Confiabilidad en Sistemas de Misión Crítica, Empezar por el principio; nos proponemos llevarle a nuestros lectores los puntos de interés a partir del artículo inicial

Decíamos en el primer artículo que los Sistemas de Misión Crítica son:

“... aquellos que son indispensables para que funciones de importancia relevante se lleven a cabo con éxito, ya sea en una empresa, un gobierno o cualquier tipo de organización.

Los Datacenters que soportan las operaciones del sistema financiero, de los sistemas de salud, de la red de seguridad y atención a emergencias de un país o región (ej.*911) y otros similares son ejemplo de Sistemas de Misión Crítica, pero también la PBX de una empresa de CallCenter comercial será vista como un sistema crítico en el análisis de riesgo del negocio.

En términos comerciales diríamos que no son el producto final, pero son necesarios para que el mismo exista...”

El modelo sobre el cual trabajaremos en toda ésta serie fue presentado en la primera parte y es el siguiente:

“...A continuación presentamos el modelo sobre el que basamos el trabajo de análisis,

diseño y desarrollo de disponibilidad y confiabilidad para Sistemas Críticos.



A modo de ejemplo:

- Sistema de puesta a tierra
- Supresores de sobretensiones (SPD's)
- Monitoreo y gestión
- Técnicas, procedimientos y gestión de Operación y Mantenimiento (O&M)
- Gestión de riesgos
- Planes de contingencia

SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Un Sistema de puesta a Tierra (SPAT) o instalación de puesta a tierra “es aquella instalación eléctrica que tiene como misión derivar corriente hacia la tierra, o bien,

establecer contacto con ella; las corrientes involucradas pueden ser de naturaleza estacionaria, casi estacionaria, de alta frecuencia o electromagnética en forma de impulsos, corrientes que pueden ser originadas durante el funcionamiento de un sistema técnico hecho por el hombre o causado por un fenómeno natural.

Se demuestra por otra parte que la puesta a tierra más elemental satisface los requisitos para considerársele sistema"

BONDING Y GROUNDING

Existen diferencias entre estos dos términos, y muchas veces se usan erróneamente como sinónimos. Veamos en detalle:

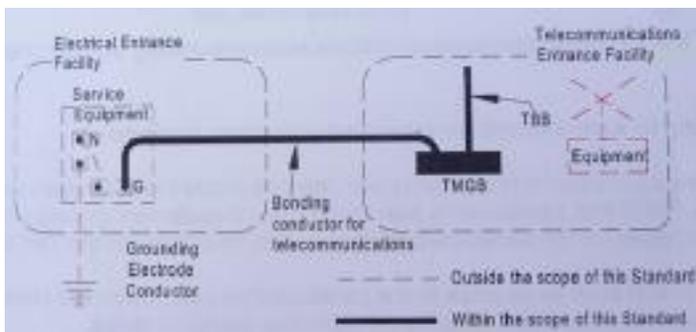
Bonding

Es la interconexión eléctrica de partes conductivas, diseñada para mantener un potencial eléctrico común. La conexión debe ser permanente y asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir en forma segura cualquier corriente.

Grounding

Es la conexión, intencional o accidental de un circuito eléctrico a tierra o a algún cuerpo conductor (chasis) de tamaño tal que sirve como tierra.

En la siguiente imagen se pueden ver los dos tipos de conexión, el Grounding a la izquierda, y una unión (Bonding) entre los dos bloques delimitados por líneas punteadas. La aplicación es en un sistema de Neutro tipo TN

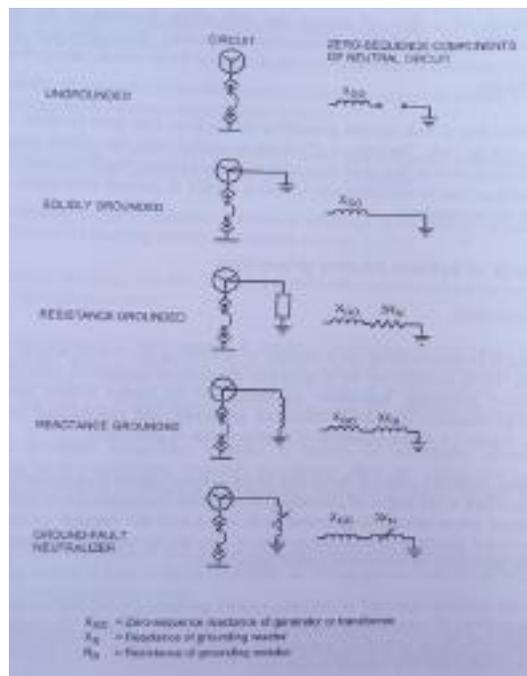


CONEXIÓN A TIERRA DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Otro concepto, habitualmente no bien comprendido, es el de la puesta a tierra del sistema eléctrico. Esto es, la forma en que está vinculado a tierra el transformador y las subestaciones de las cuáles se alimenta la instalación eléctrica en cuestión.

En esta categoría caben las conexiones de neutro, tanto a tierra, como aislados, con impedancia o con resistencia. El tema es profundo y complejo y debe ser tratado en detalle.

A continuación se puede ver un resumen de los esquemas de conexión de Neutro más utilizado:



Fuente: IEEE 142. Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems

Fuente: Commercial Building Grounding and Bonding Requirements, J-STD-607-A

El correcto diseño de la conexión eléctrica a tierra y del SPAT, aseguran la protección a personas y bienes, además de la confiabilidad de la instalación, ya que es la base para la protección contra transitorios y descargas.

En sistemas de corriente continua es muy importante contemplar globalmente el SPAT junto con el grounding del sistema de potencia, especialmente por las corrientes nominales de servicio que son muy importantes y por lo tanto no es necesario llegar a un cortocircuito para que el evento sea peligroso.

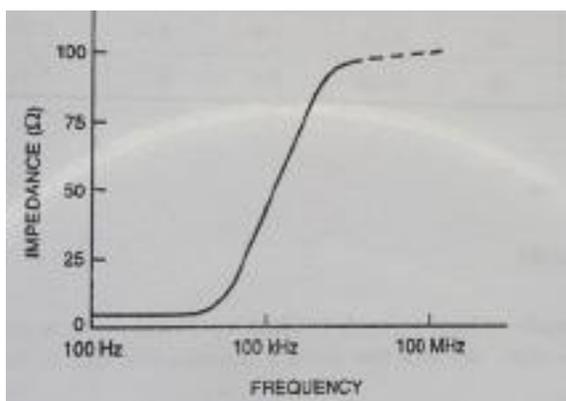
CONSIDERACIONES GENERALES

Según IEEE 1100-2005, el SPAT:

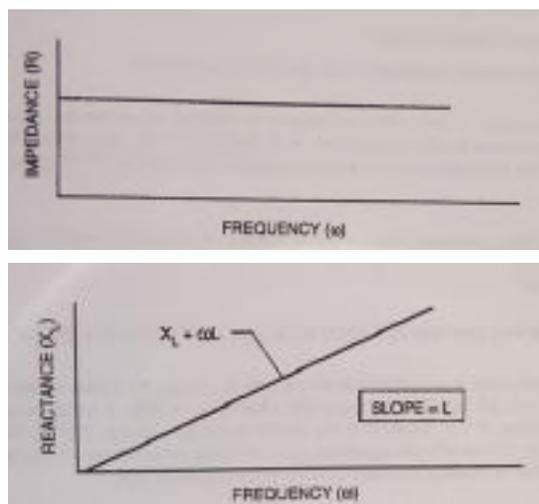
- Provee un camino de baja Impedancia para el retorno de corrientes de falla.
- Mantiene una baja diferencia de potencial entre metales expuestos (chasis) con el objetivo de proteger a las personas.
- Funciona como control de sobre voltaje.

¿Por qué debemos hablar en estos casos de reactancia y no resistencia?

- Habitualmente se hacen cálculos con resistencia de 50Ω , pero en 50/60 Hz.
- ¿Qué sucede con la resistencia cuando aumenta la frecuencia?
 - Deja de ser significativa, y pasa a ser importante la Reactancia.
 - Este problema se incrementa con cargas no lineales.



Fuente: IEEE 1100-2005, pág. 113



Fuente: IEEE 1100-2005, pág. 115

Estos puntos deben ser tenidos en cuenta al diseñar el sistema de puesta a tierra, ya que, de no hacerlo la corriente circulante puede llegar a ser mayor que la de diseño y los resultados operativos muy malos (incluso catastróficos).

La respuesta en frecuencia es fundamental en el análisis de sobretensiones transitorias por descargas atmosféricas.

PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS

Los Surge o sobretensiones transitorias son fenómenos inevitables con los que cualquier instalación eléctrica debe convivir, se pueden reducir, controlar y mitigar su impacto, pero no se pueden eliminar.

Son los causantes de una gran cantidad de fallas que parecen aleatorias pero que no lo son, en muchos casos generan desgaste prematuro por acumulación, pero al no haber una vinculación directa entre el fenómeno y la consecuencia (como por ejemplo cuando "cae un rayo"), se tiende a pensar que es una fatalidad y que no había nada por hacer.

ORIGEN DE LAS PERTURBACIONES (SOBRETENSIONES Y SOBRECORRIENTES)

Según la Norma IEEE C62.41.1-2002, las perturbaciones se originan por:

Descargas atmosféricas

Son el resultado de un rayo directo sobre el sistema eléctrico, una estructura metálica perteneciente al mismo, o en sus cercanías (incluido el suelo). Cuando las descargas son lejanas puede haber efectos también, debido a la inducción de sobretensiones en las instalaciones.

Perturbaciones por maniobras

Típicamente conmutaciones intencionales en la red eléctrica, tales como conmutación de capacitores de reactiva, on/off de grandes cargas, transferencias automáticas, etc.

También se pueden deber a acciones correctivas posteriores a fallas del sistema (típicamente recierre de líneas), o a eventos no intencionales (fallas).

Sobretensiones originadas en interacción de sistemas

Típicamente ocurren durante el flujo de sobrecorrientes en un sistema de AC interconectado con otros, y estos últimos son afectados debido a la interconexión.

DAÑOS CAUSADOS POR SOBRETENSIONES EN EQUIPOS ELECTRÓNICOS

IMPACTO TO ELECTRONIC LOADS	REPETITIVE DISTURBANCE (NOISE)		
	IMPULSE 4X	IMPULSE 2X	
Circuit Board Failure	Yes	Yes	—
Data Transmission Errors	Yes	Yes	Yes
Memory Scramble	Yes	Yes	Yes
Hard Disk Crash	Yes	—	—
SCR Failure	Yes	—	—
Process Interrupt	Yes	Yes	Yes
Power Supply failure	Yes	—	—
Program Lock-up	Yes	Yes	Yes

Fuente: Dranetz, Handbook for Power Quality

Vemos en esta tabla la importancia que tienen “pequeños eventos” en la operativa del equipamiento usado en sistemas informáticos y de telecomunicaciones.

Prevenir no sólo los daños de hardware, sino los que refieren a los procesos debe ser el objetivo de todo administrador u operador de un Data Center o Sistema Crítico.

¿Se tienen en cuenta estas limitaciones en la sobretensión admisible a la hora de diseñar Datacenters y nodos de telecomunicaciones? La disponibilidad de los servicios que corren sobre el hardware del Datacenter está directamente relacionada con estos eventos, aunque no haya “secuelas” visibles o inmediatas en el equipamiento.

EMI/RFI

Los requerimientos de contemplar la interferencia radioeléctrica y electromagnética son imprescindibles en sistemas electrónicos y especialmente de TI; tanto para evitar ser afectado, como para no afectar a los equipamientos vecinos.

PROBLEMAS MÁS COMUNES DE SPAT

A continuación presentamos una lista de problemas detectados en relevamientos y trabajos de reingeniería. La misma no pretende ser exhaustiva ni mucho menos una referencia absoluta sobre el tema; pero puede ayudar a intentar entender por dónde comenzar en caso de tener problemas.

LOOP DE TIERRA

Los loop de tierra son peligrosos para el funcionamiento del sistema, especialmente para bajas frecuencia, y se forman cuando dos o más puntos en un sistema eléctrico que está nominalmente puesto a tierra, están conectados por un conductor que tiene por lo menos un extremo a potencial diferente. En altas frecuencias es importante tener “retornos” de GND para evitar ruido EMI/RFI, pero todo esto debe manejarse con criterio,

especialmente cuando hay alimentaciones de distintos sistemas eléctricos, y se forman loop con sistemas que tienen distinta conexión de Neutro a GND. Muchas veces los loops son originados por interconexión de sistemas de datos (ej RS-485, RS-232) que corresponden a locaciones diferentes y tienen distintos sistemas eléctricos y de GND.

Malla de tierra con diseño no adecuado a las corrientes circulantes

Muchas veces se encuentra que los cálculos iniciales son inexistentes, o basados en supuestos que no son los que corresponden al contexto operacional de la industria o edificio en cuestión. Esto lleva como primera cosa a ocuparse de la seguridad de las personas, los voltajes de paso y de toque pueden llegar a ser peligrosos en casos puntuales de descargas que incrementen el potencial, máxime si las protecciones diferenciales no son las adecuadas. El siguiente problema es el de la continuidad de servicio, especialmente en un entorno crítico, ya que puede haber daños de hardware.

Resolución deficiente de la interacción entre múltiples fuentes

Es un problema que puede estar vinculado al descrito anteriormente. En sistemas que tienen generación de emergencia (generalmente diésel) con transferencias automáticas, puede haber transferencias de referencia de neutro, o incluso "neutros compartidos", que generan circulación de corriente en servicio, o; peor aún, corrientes de falla y cortocircuito por lugares que no tienen las protecciones diseñadas para tales eventos. Típicamente estos problemas forman parte de la causa raíz de fallas y salidas de servicio intempestivas de generadores diésel, o destrucción de interruptores por los cuales, en teoría, no deberían circular grandes corrientes.

Ausencia de mantenimiento
Problema detectado en forma permanente; el

sistema de puesta a tierra fue instalado, enterrado, y con suerte probado; luego se asume que estará en buen estado de por vida. La verdad es que hay múltiples factores que van afectando el sistema con el paso del tiempo, por ejemplo los cambios de humedad debido a cambios en el suelo, esto cambia la resistencia (resistividad aparente) y con ello la performance del SPAT.

Otro punto que contribuye a disminuir la humedad es la evaporación que se produce en los alrededores de los electrodos cuando hay descargas; por lo que la revisión del sistema debe tener una cierta periodicidad. También se detectan habitualmente problemas de conexiones defectuosas, oxidación, y especialmente loops involuntarios debidos a la operación diaria, por ejemplo con agregados de equipos que tienen más de una conexión de GND, desinstalación de equipos a los que se deja la conexión de tierra suelta sobre partes metálicas y generan retornos, etc.

RESUMEN

Partiendo de las conclusiones del primer documento de ésta serie, recordamos que se debe realizar un diseño para fallos, y no contra fallos. Cualquier sistema va a fallar, podemos crear las condiciones para que ese fallo no afecte, o afecte lo menos posible la misión del sistema.

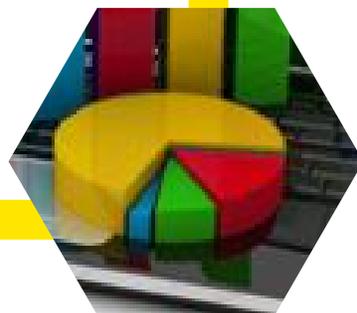
En el caso del sistema de puesta a tierra, se debe diseñar adecuadamente para cumplir su función en las condiciones más exigentes, pero también se debe planificar y ejecutar un mantenimiento acorde al contexto operacional de la instalación. Las "fallas aleatorias" muchas veces no son tan aleatorias, sino que son fruto de problemas ocultos con efecto acumulativo.

AUTOR:

Nicolás Pintos Souza
Socio-Gerente, NPConsulting
info@npconsulting.com.uy

El presente artículo presenta, paso a paso, el método de los Mínimos Cuadrados para calcular los parámetros de forma y escala de la distribución de Weibull. Para el cálculo del parámetro de localización se emplea el complemento Solver de Excel. También se presentan dos ecuaciones para calcular el estimador Rango de mediana (ecuaciones 5 y 6), siendo esta última una forma aproximada y la que generalmente se usa en la literatura técnica. Ya que la ecuación (5) es más exacta, ésta es la que se emplea; para ello, y debido a su complejidad, se presenta el código fuente — en el lenguaje VBA (Visual Basic para Aplicaciones) — para crear una función definida por el usuario en Excel. Igualmente se usan las funciones PENDIENTE e INTERSECCIÓN.EJE, de Excel, para calcular la pendiente y el intercepto de la línea de regresión.

CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE LA DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL



INTRODUCCIÓN

La distribución de Weibull es una distribución continua y triparamétrica, es decir, está completamente definida por tres parámetros y es la más empleada en el campo de la confiabilidad.

A pesar de la popularidad de esta distribución, en la revisión bibliográfica efectuada, la mayoría de los artículos y literatura técnica consultados se remiten a una distribución biparamétrica y, más aún, los ejemplos allí desarrollados presentan como datos conocidos los dos parámetros, generándose, así, las siguientes preguntas: ¿Cómo se calculan los parámetros? y ¿por qué se omite el cálculo del tercer parámetro? El tercer parámetro es el parámetro de localización, es decir, el parámetro que localiza la abscisa a partir del cual se inicia la distribución.

El objetivo del presente artículo es responder a las dos preguntas anteriores, presentando una de las cinco metodologías — analíticas — existentes para el cálculo de los parámetros y algunos criterios para determinar si es necesario tener en cuenta el tercer parámetro.

El método que se presenta es el método de los Mínimos Cuadrados, por tres razones: la primera, es un método simple y expedito de aplicar; la segunda, la gráfica de los datos sirven como una prueba de bondad de ajuste de la distribución y, la tercera, da un indicio sobre si se debe calcular o no el parámetro de localización.

Para una metodología gráfica, la cual hace uso del papel especial llamado papel de probabilidad de Weibull, véanse las referencias.

EXPRESIÓN MATEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN

La función de densidad de la distribución de Weibull para la variable aleatoria t está dada por la siguiente expresión:

$$f(t) = \frac{\beta(t-\delta)^{\beta-1}}{\theta^\beta} \exp\left[-\left(\frac{t-\delta}{\theta}\right)^\beta\right], t \geq \delta \quad (1)$$

Donde:

t : Variable aleatoria que, para el caso de la confiabilidad, representa el tiempo entre fallas.

β : Parámetro de forma ($0 < \beta < \infty$)

θ : Parámetro de escala ($0 < \theta < \infty$)

δ : Parámetro de localización ($-\infty < \delta < \infty$)

El parámetro beta, como su nombre indica, determina la forma — o perfil — de la distribución, la cual es función del valor de éste.

El parámetro theta indica la escala de la distribución, es decir, muestra que tan aguda o plana es la función.

El parámetro delta indica, en el tiempo, el momento a partir del cual se genera la distribución.

Una distribución biparamétrica está completamente definida por los parámetros de forma y de escala.

La función confiabilidad $R(t)$ de Weibull se determina por la siguiente expresión:

$$R(t) = \int_s^\infty f(t) dt = e^{-\left[\left(\frac{t-\delta}{\theta}\right)^\beta\right]} \quad (2)$$

La función distribución acumulativa $F(t)$ es el complemento de la función confiabilidad y se define de la siguiente manera:

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{-\left[\left(\frac{t-\delta}{\theta}\right)^\beta\right]} \quad (3)$$

De la expresión anterior, se concluye que la función distribución acumulativa se puede interpretar como la probabilidad de falla.

La relación entre la función confiabilidad y la función probabilidad de falla se muestra en la figura 1.

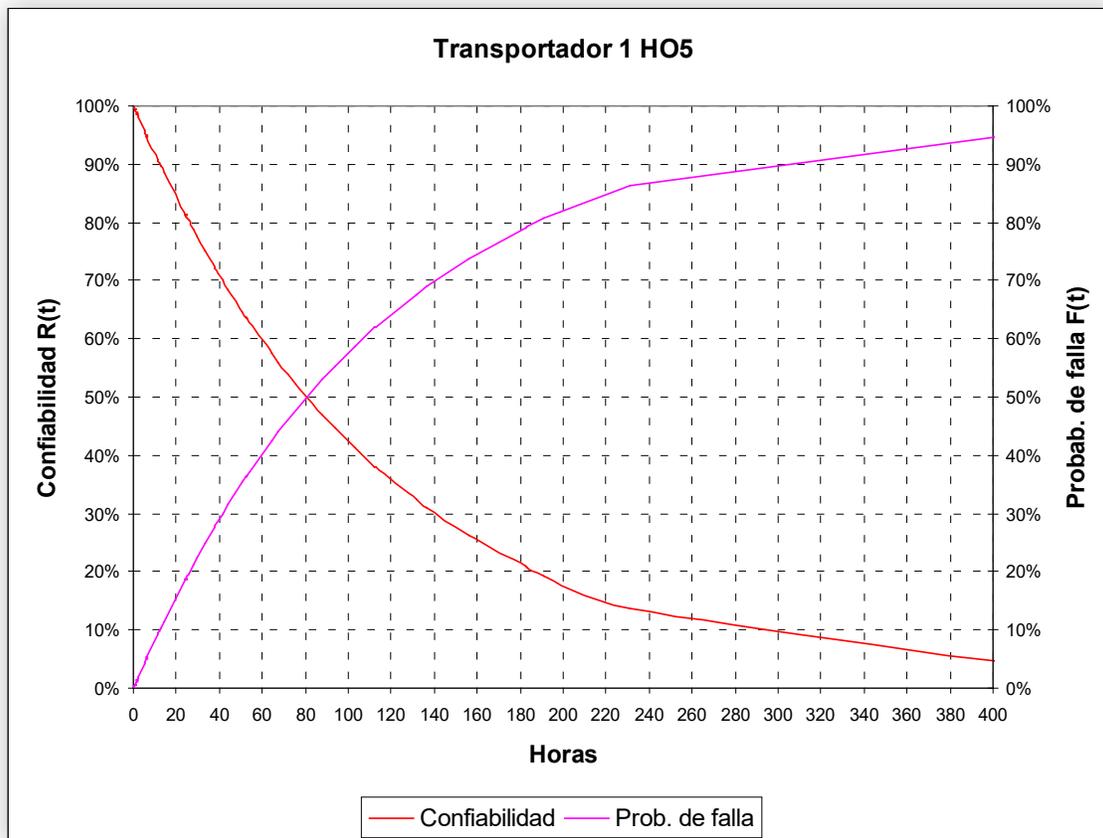


Figura 1. Relación entre la función confiabilidad y la función probabilidad de falla.

DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS POR EL MÉTODO DE LOS MÍNIMOS CUADRADOS

Como se mencionó en el numeral uno, existen cinco métodos para calcular los parámetros de la distribución de Weibull. Ellos son:

- Mínimos cuadrados.
- Gráfico de la función tasa de falla.
- Máxima similitud.
- Estimación de momentos.
- Estimadores lineales.

Para ilustrar el método de los mínimos cuadrados, se desarrollará paso a paso un ejemplo.

El método de los mínimos cuadrados permite calcular los parámetros de forma y escala, mediante la transformación doble logarítmica de la función de distribución acumulativa (ecuación 3). El cálculo del parámetro de localización es más complejo, empleándose para ello rutinas de cálculo, como el programa Solver de Excel.

La transformación doble logarítmica permite transformar la función de distribución acumulativa en una ecuación lineal de regresión.

**DEDUCCIÓN DE LA ECUACIÓN
LINEAL DE REGRESIÓN**

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\delta}{\theta}\right)^\beta} \quad \text{Función acumulativa de Weibull.}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{e^{\left(\frac{t-\delta}{\theta}\right)^\beta}} = 1 - F(t)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{1 - F(t)} = e^{\left(\frac{t-\delta}{\theta}\right)^\beta}$$

$$\Rightarrow \ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] = \ln e^{\left(\frac{t-\delta}{\theta}\right)^\beta} \quad \text{Aplicando logaritmos naturales.}$$

$$\Rightarrow \ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] = \left(\frac{t-\delta}{\theta}\right)^\beta \quad \text{Propiedad exponencial de los logaritmos.}$$

$$\Rightarrow \ln \left[\ln \left(\frac{1}{1 - F(t)} \right) \right] = \beta \ln \left(\frac{t-\delta}{\theta} \right) \quad \text{Aplicando logaritmos naturales.}$$

$$\therefore \ln \left[\ln \left(\frac{1}{1 - F(t)} \right) \right] = \beta \ln(t - \delta) - \beta \ln \theta \quad (*)$$

La expresión (*) representa una ecuación lineal de la forma: $y = \beta x - b$ (**)

La cual es una recta de regresión, con:

$$y = \ln \left[\ln \left(\frac{1}{1 - F(t)} \right) \right]; \quad x = \ln(t - \delta); \quad b = \beta \ln \theta \quad (***)$$

De la expresión (**) se concluye que el parámetro de forma, β , es la pendiente de la recta de regresión.

De la expresión (***) se observa que el parámetro de escala, θ , está en función del intercepto b de la recta de regresión y del parámetro de forma; por lo tanto:

$$b = -\beta \ln \theta$$

$$\Rightarrow -\frac{b}{\beta} = \ln \theta$$

Definición de logaritmo. $\therefore \theta = e^{-\frac{b}{\beta}} \quad (4)$

RANGO DE MEDIANA

Para poder trazar la recta de regresión, se debe calcular un estimador para la función de distribución acumulativa $F(x)$. Este estimador, llamado Rango de mediana, es un estimador no paramétrico basado en el orden de las fallas. Este aspecto implica que la muestra de datos se debe organizar de menor a mayor (en forma ascendente).

La expresión matemática para este estimador es:

$$w_{\alpha}(x_i) = \frac{\frac{i}{n-i+1}}{F_{1-\alpha, 2(n-i+1), 2i} + \frac{i}{n-i+1}} \quad (5)$$

Donde:

$w_{\alpha}(i)$: Rango de mediana para un nivel de confianza $(1-\alpha)$, donde α es el nivel de significancia y toma el valor de 0.5 para este estimador.

i : Orden de la falla.

n : Número total de datos de la muestra.

$F_{\alpha, v1, v2}$: Valor crítico de la distribución F, evaluada en el nivel de significancia α y con grados de libertad $v1$ y $v2$.

Dada la complejidad de la ecuación (5), generalmente el rango de mediana se aproxima mediante la ecuación de Bernard, exacta dentro de 0.005 [1]:

$$RM(x_i) = \frac{i - 0.3}{n + 0.4} \quad (6)$$

Donde:

$RM(x_i)$: Rango de mediana.

i : Orden de falla.

n : Número total de datos de la muestra.

Dado que la ecuación (5) es más exacta, en los cálculos se empleará ésta. Para facilitar su empleo, a continuación se presenta el código fuente para crear una función definida por el usuario en Excel.

Para crear la función, síganse los siguientes pasos:

- Abra Excel.
- Hágase la combinación de teclas Alt +F11.

Esta acción abrirá el editor de Visual Basic.

- En el menú insertar de VB, seleccíonese la opción Módulo.
- En el panel derecho, cópiese el siguiente código fuente:

```
Public Function RangoMediana(alfa As Single, n As Long, i As Long) As Double
'*****
'Esta función calcula el rango de mediana en función de la distribución F.
'alfa representa el nivel de significancia con el que se calcula la dist. F.
'n es el número de puntos de la muestra.
'i es el orden de falla.
'*****
Dim a As Double, f As Double

On Error GoTo ManejarError
a = i / (n - i + 1)
f = Application.WorksheetFunction.FInv(alfa, 2 * (n - i + 1), 2 * i)
RangoMediana = a / (f + a)
Salir:
Exit Function
ManejarError:
Select Case Err.Number
Case 1004
MsgBox "Los argumentos (n) o (i) no pueden ser cero.", vbCritical + vbOKOnly
Case Else
MsgBox "Se ha generado el error " & Err.Number & " " & Err.Description, vbCritical + vbOKOnly
End Select
Resume Salir
End Function
```

- Hágase clic en guardar del menú Archivo del editor de VB para guardar la función.
- Hágase clic en Cerrar y volver a Excel del editor de VB. Esta acción cierra el editor de VB.
- Para usar la función creada, selecciónese Función del menú Insertar de Excel. Se abre la ventana Insertar función.
- En la ventana Insertar función, en la lista desplegable O seleccionar una categoría, selecciónese la categoría Definidas por el usuario.
- En el cuadro de lista Seleccionar una función, hágase clic en RangoMediana.
- Hágase clic en el botón Aceptar.
- En la ventana Argumentos de función, digítense los valores de los argumentos. Téngase en cuenta que el valor del argumento alfa siempre es 0.5.

PASOS

A continuación se presenta la secuencia que se debe seguir en la aplicación del método de los Mínimos Cuadrados.

1 Asuma δ (parámetro de localización) igual cero y ordene los datos de menor a mayor. El criterio de ordenación debe ser el tiempo entre fallas. Véase la tabla 1.

Tabla 1. Historial de paros.

ORDEN (i)	TIEMPO ENTRE FALLAS (t)
1	0.167
2	0.167
3	0.25
4	0.25
5	0.25
6	0.333
7	0.333
.....
.....
140	223.583

2 Calcule el rango de mediana para cada observación usando la ecuación (5) ó (6).

En nuestro caso se usará la ecuación (5), empleando la función definida por el usuario RangoMediana. Véase la figura 2.

	A	B	C
	ORDEN (i)	TIEMPO ENTRE FALLAS (t)	RM [F(t)]
1			
2	1	0.167	=RangoMediana(0.5,140,A2)
3	2	0.167	=RangoMediana(0.5,140,A3)
4	3	0.25	=RangoMediana(0.5,140,A4)
5	4	0.25	=RangoMediana(0.5,140,A5)
6	5	0.25	=RangoMediana(0.5,140,A6)
7	6	0.333	=RangoMediana(0.5,140,A7)
8	7	0.333	=RangoMediana(0.5,140,A8)
9	8	0.333	=RangoMediana(0.5,140,A9)
10	9	0.5	=RangoMediana(0.5,140,A10)
11	10	0.5	=RangoMediana(0.5,140,A11)

Figura 2. Cálculo del rango de mediana.

Los argumentos de la función RangoMediana toman los siguientes valores:

Alfa=0.5; n=140 (total de puntos de la muestra); i= toma el valor indicado en la columna A. Los valores calculados se muestran en la tabla 2.

ORDEN (i)	TIEMPO ENTRE FALLAS (t)	RM [F(t)]
1	0.167	0.0049
2	0.167	0.0120
3	0.25	0.0191
4	0.25	0.0262
5	0.25	0.0333
6	0.333	0.0404
7	0.333	0.0475
.....
.....
140	223.583	0.9951

Tabla 2. Valores del rango de mediana.

3 Calcule el logaritmo natural del tiempo entre fallas para cada observación. Véase la figura 3.

	A	B	C	D	K	L
1	ORDEN (i)	TIEMPO ENTRE FALLAS (t)	RM [F(t)]	$X_i[\ln(t-\delta)]$		
2	1	0.167	=RangoMediana(0.5,140,A2)	=LN(B2-\$L\$8)	Parámetros	
3	2	0.167	=RangoMediana(0.5,140,A3)	=LN(B3-\$L\$8)		
4	3	0.25	=RangoMediana(0.5,140,A4)	=LN(B4-\$L\$8)	Forma	
5	4	0.25	=RangoMediana(0.5,140,A5)	=LN(B5-\$L\$8)	Intecepto	
6	5	0.25	=RangoMediana(0.5,140,A6)	=LN(B6-\$L\$8)	Escala	
7	6	0.333	=RangoMediana(0.5,140,A7)	=LN(B7-\$L\$8)	r2	
8	7	0.333	=RangoMediana(0.5,140,A8)	=LN(B8-\$L\$8)	Localización	0
9	8	0.333	=RangoMediana(0.5,140,A9)	=LN(B9-\$L\$8)		

Figura 3. Cálculo de la abscisa x.

Obsérvese que en la función LN(número) de la columna D, el parámetro de localización, el cual se obtiene de la celda L8, vale cero. Esto es importante, ya que la celda que contiene el parámetro de localización será la celda cambiante de Solver, en el caso que sea necesario calcular este parámetro. Los valores de la abscisa x se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Valores de la abscisa x de la recta de regresión.

ORDEN (i)	TIEMPO ENTRE FALLAS (t)	RM [F(t)]	$X_i[\ln(t-\delta)]$
1	0.167	0.0049	-1.7898
2	0.167	0.0120	-1.7898
3	0.25	0.0191	-1.3863
4	0.25	0.0262	-1.3863
5	0.25	0.0333	-1.3863
6	0.333	0.0404	-1.0996
7	0.333	0.0475	-1.0996
....
....
140	223.583	0.9951	5.4098

4 Calcule el valor de la ordenada y, es decir, el logaritmo del logaritmo del inverso de uno menos el rango de mediana para cada uno de las observaciones de la muestra. Véase la figura 4.

	A	B	C	D	E
1	ORDEN (i)	TIEMPO ENTRE FALLAS (t)	RM [F(t)]	$X_i[\ln(t-\delta)]$	$Y_i[\ln[\ln(1/(1-F(t-\delta)))]]$
2	1	0.167	=RangoMediana(0.5,140,A2)	=LN(B2-\$L\$7)	=LN(LN(1/(1-C2)))
3	2	0.167	=RangoMediana(0.5,140,A3)	=LN(B3-\$L\$7)	=LN(LN(1/(1-C3)))
4	3	0.25	=RangoMediana(0.5,140,A4)	=LN(B4-\$L\$7)	=LN(LN(1/(1-C4)))
5	4	0.25	=RangoMediana(0.5,140,A5)	=LN(B5-\$L\$7)	=LN(LN(1/(1-C5)))

Figura 4. Cálculo de la ordenada y.

Obsérvese la anidación de la función logaritmo. El valor del rango de mediana se obtiene de los datos calculados en la columna C. Los valores de la ordenada y se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Valores de la ordenada y de la recta de regresión.

ORDEN (i)	TIEMPO ENTRE FALLAS (t)	RM [F(t)]	$X_i[\ln(t-\delta)]$	$Y_i[\ln[\ln(1/(1-F(t-\delta)))]]$
1	0.167	0.0049	-1.7898	-5.3082
2	0.167	0.0120	-1.7898	-4.4202
3	0.25	0.0191	-1.3863	-3.9508
4	0.25	0.0262	-1.3863	-3.6301
5	0.25	0.0333	-1.3863	-3.3858
6	0.333	0.0404	-1.0996	-3.1883
....
....
140	223.583	0.9951	5.4098	1.6697

5 Genere un gráfico con los datos de las columna D y E.

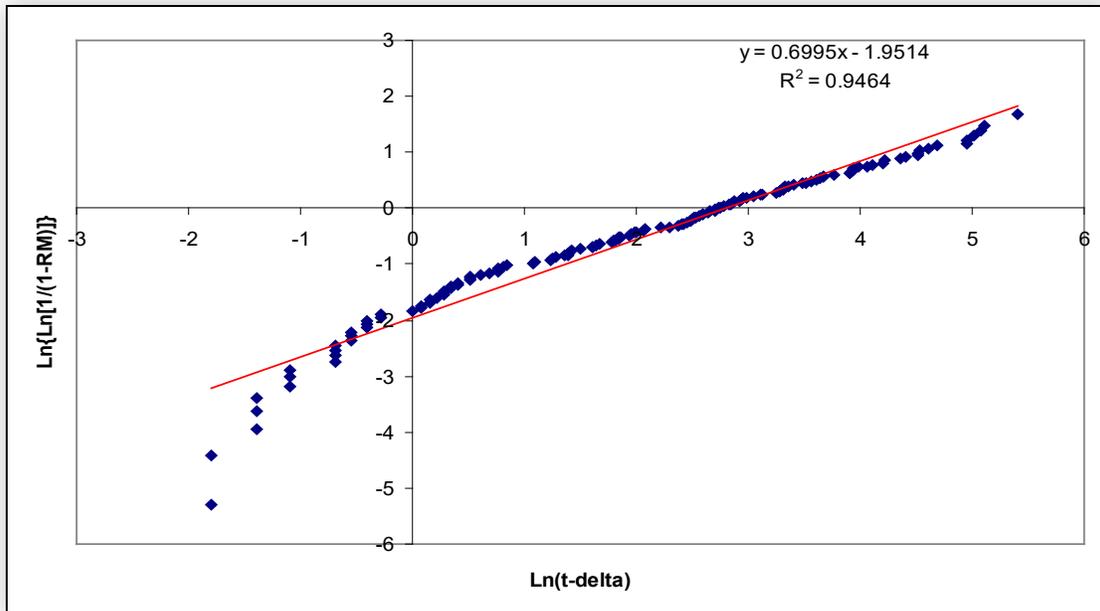


Figura 5. Trazado de la recta de regresión con $\delta=0$

Al trazar estos puntos, se genera la recta de regresión. Para ello selecciónese Gráfico del menú Insertar de Excel; aparece la ventana Asistente para gráficos. En ésta, escójase la opción XY (Dispersión) en la lista Tipo de gráfico y síganse las instrucciones en pantalla. Véase la figura 5.

Para hallar la ecuación de la recta de regresión, empléense las funciones: PENDIENTE (conocido_y; conocido_x) donde: conocido_y son los valores dependientes (valores de la columna E) y conocido_x son los valores independientes (valores de la columna D) para estimar la pendiente de la recta; INTERSECCIÓN.EJE (conocido_y; conocido_x) para estimar el intercepto de la recta. Para determinar el grado de correlación lineal de los puntos, empléense las funciones: PEARSON (matriz1; matriz2) donde matriz1 son los valores dependientes (columna E) y matriz2 son los valores independientes (columna D). Esta función devuelve el coeficiente de correlación r. COEFICIENTE.R2 (conocido_y; conocido_x) devuelve el cuadrado del coeficiente de correlación. Estos valores, en sí, representan una especie de prueba de bondad de ajuste de la

recta de regresión. El coeficiente de correlación está indicando que tan fuerte o débil es la relación lineal entre los datos; si este valor es más cercano a uno, hay una fuerte dependencia lineal. Por otro lado, el coeficiente de determinación, r^2 , está indicando el porcentaje de los puntos que están relacionados linealmente.

Aplicando las anteriores funciones de Excel, se obtiene la siguiente recta de regresión:

$$y = 0.6995x - 1.9514 \quad (7)$$

De donde:

Pendiente (β)	Intercepto (b)	r	r^2
0.6995	-1.9514	0.9729	0.9464

El coeficiente de correlación, r , indica que hay una excelente relación (dependencia) lineal de los datos, ya que su valor está muy próximo a uno. El coeficiente de determinación, r^2 , indica que el 94.64% de los datos están relacionados linealmente. En conclusión, estos valores indican que la muestra se comporta conforme a la función de densidad de Weibull.

6 Estime el valor del parámetro de forma y de escala.

Dado que el parámetro de forma es la pendiente de la recta de regresión, de la ecuación (7) se obtiene:

$$\beta = 0.6995 \quad (8)$$

De la ecuación (4), numeral 3.1, se obtiene el valor del parámetro de escala:

$$\theta = e^{\left(\frac{-1.9514}{0.6995}\right)} = 16.276 \quad (9)$$

CONSIDERACIONES SOBRE EL PARÁMETRO DE LOCALIZACIÓN

Las siguientes consideraciones se deben tener en cuenta al momento de analizar un parámetro de localización diferente de cero.

a) Si al graficar los puntos de la muestra aparece una cola de puntos hacia arriba o hacia abajo, es un indicativo de que el parámetro de localización debe ser calculado.

b) Una cola hacia abajo o una reducción súbita de la pendiente son indicativos de que un parámetro de localización positivo está presente. Véase la figura 5.

c) Una cola hacia arriba o un incremento súbito de la pendiente son indicativos de que un parámetro de localización negativo está presente. Este punto está de acuerdo con el intervalo de validez de δ . Véase el numeral 2.

Un parámetro de localización negativo se presenta cuando hay unidades con fallas en servicio, o unidades en servicio con defectos que causarían fallas. Ejemplos:

- Defectos originados durante el ensamble.
- Defectos originados durante el transporte.
- Defectos originados durante la instalación o montaje.
- Defectos originados durante el almacenamiento.

d) Valores grandes del parámetro de forma ($\beta > 10$) son otro indicativo de que el parámetro de localización debe ser calculado.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, y analizando la figura 5, se procederá a calcular el parámetro de localización.

CÁLCULO DEL PARÁMETRO DE LOCALIZACIÓN δ

Para el cálculo del parámetro δ se usará el complemento Solver de Excel, ya que debe ser determinado por ensayo y error.

Para empezar, se debe definir la celda cambiante que, como se mencionó en el paso 3 del numeral 3.3, debe ser la celda donde se asignó el valor cero. Esta celda debe estar involucrada en una función. Véase la figura 3.

El mejor estimador de δ es el valor de δ que proporcione el mejor ajuste de la línea de regresión de los datos muestrales. El coeficiente de determinación, r^2 , proporciona esta medida, ya que éste mide la cantidad de puntos que están relacionados linealmente y, por lo tanto, la celda que contenga este valor será la celda objetivo a maximizar — pues el objetivo es mejorar el ajuste de la recta de regresión—. Para iniciar el cálculo se debe indicar al programa un punto de inicio, o punto semilla, en la celda cambiante. El mejor valor de inicio de δ es un valor ligeramente inferior al valor más bajo del tiempo entre fallas de la muestra. Para el ejemplo, el punto semilla sería 0.166 (es ligeramente inferior al valor más bajo del tiempo entre fallas de la muestra, el cual corresponde al dato de orden uno —0.167—. Véase la tabla 1). Este constituye la restricción en Solver. Véase la figura 6.

Es importante tener en cuenta que la celda objetivo debe contener una fórmula que relacione directa o indirectamente el valor de la celda cambiante. Para el ejemplo la fórmula sería `COEFICIENTE.R2 (E3:E142, D3:D142)`. Obsérvese que el rango del segundo argumento involucra la celda cambiante L8. Véase la figura 3.

Al hacer clic en el botón Resolver de la ventana Parámetros de Solver, el programa genera la

solución 0.161, siendo este el valor del parámetro de localización, y el coeficiente de correlación se maximiza a 0.9886; es decir, al tener en cuenta el parámetro de localización se mejora el ajuste de la recta de regresión. De igual manera, los parámetros de forma y escala, y los valores de las abscisas (Xi) y ordenadas (Yi) se actualizan. Véase la figura 7.

Para que los valores se actualicen automáticamente, éstos deben estar relacionados por fórmulas, tal y como se muestra en la figura 8.

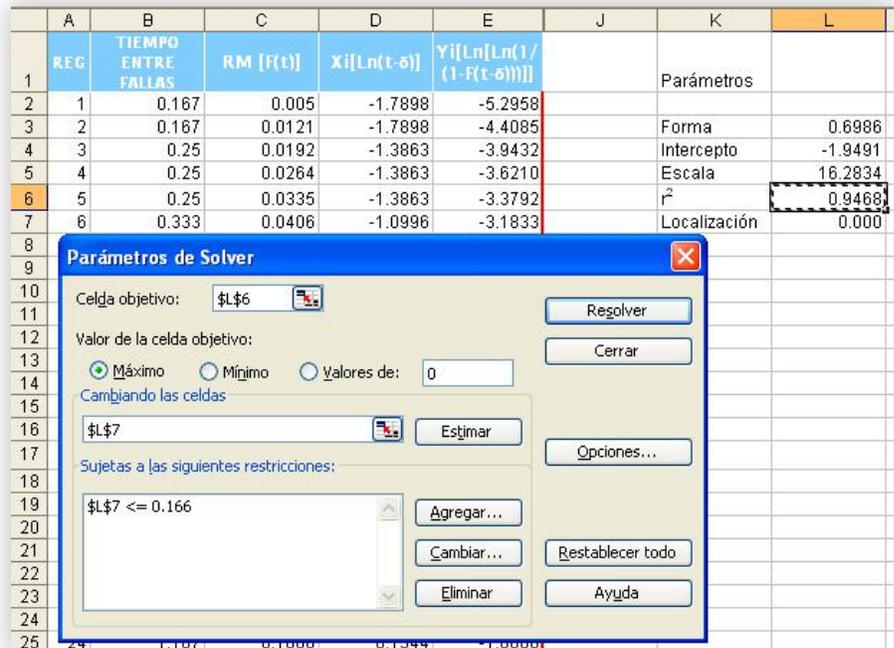


Figura 6. Parámetros de Solver.

Nótese que el valor del parámetro de localización es positivo, corroborando lo dicho en la parte b) del numeral 3.4. La figura 9 muestra el trazo de la nueva recta de regresión, siendo notable la agrupación de los puntos en forma de línea. Comparece esta figura con la

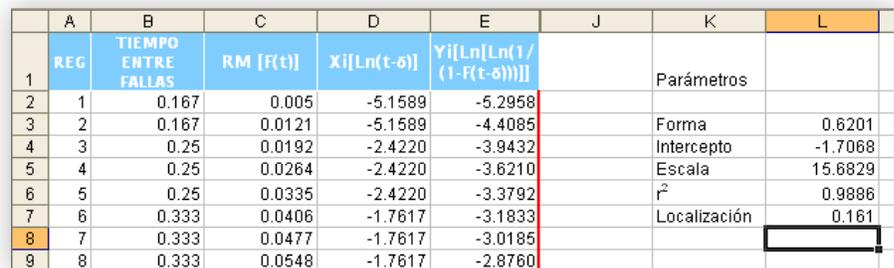


Figura 7. Parámetro de localización por Solver.

Figura 8. Fórmulas en Excel para calcular los parámetros.

	D	E	J	K	L
1	$Xi[Ln(t-\delta)]$	$Yi[Ln(Ln(1/(1-F(t-\delta))))]$		Parámetros	
2	=LN(B2-\$L\$7)	=LN(LN(1/(1-C2)))			
3	=LN(B3-\$L\$7)	=LN(LN(1/(1-C3)))		Forma	=PENDIENTE(E2:E141,D2:D141)
4	=LN(B4-\$L\$7)	=LN(LN(1/(1-C4)))		Intercepto	=INTERSECCION.EJE(E2:E141,D2:D141)
5	=LN(B5-\$L\$7)	=LN(LN(1/(1-C5)))		Escala	=EXP(-L4/L3)
6	=LN(B6-\$L\$7)	=LN(LN(1/(1-C6)))		r ²	=COEFICIENTE.R2(E2:E141,D2:D141)
7	=LN(B7-\$L\$7)	=LN(LN(1/(1-C7)))		Localización	0.161252099647863
8	=LN(B8-\$L\$7)	=LN(LN(1/(1-C8)))			

En la figura 10 se muestra el gráfico de la función de densidad de Weibull para los parámetros calculados. Reemplazándolos en la ecuación (1) se obtiene la siguiente ecuación:

$$f(t) = 0.1125(t - 0.161)^{-0.3799} e^{-\left(\frac{t-0.161}{15.6829}\right)^{0.6201}} \quad (10)$$

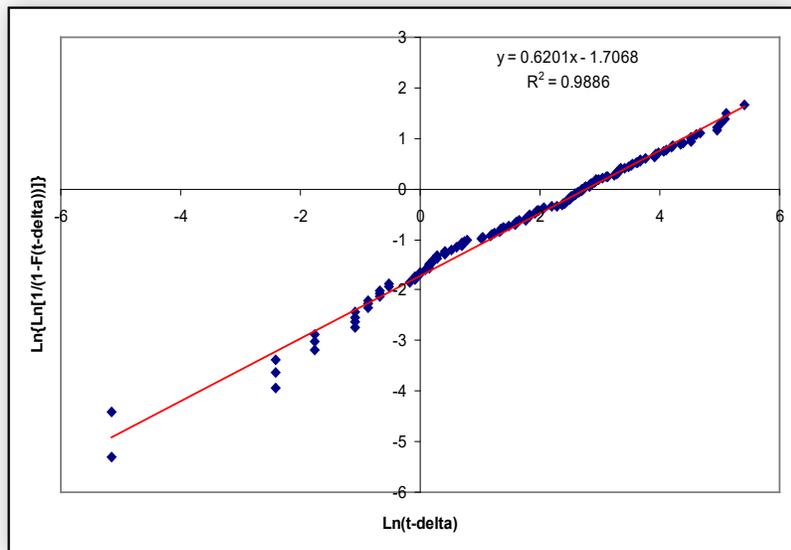


Figura 9. Trazado de la recta de regresión con $\delta = 0.161$

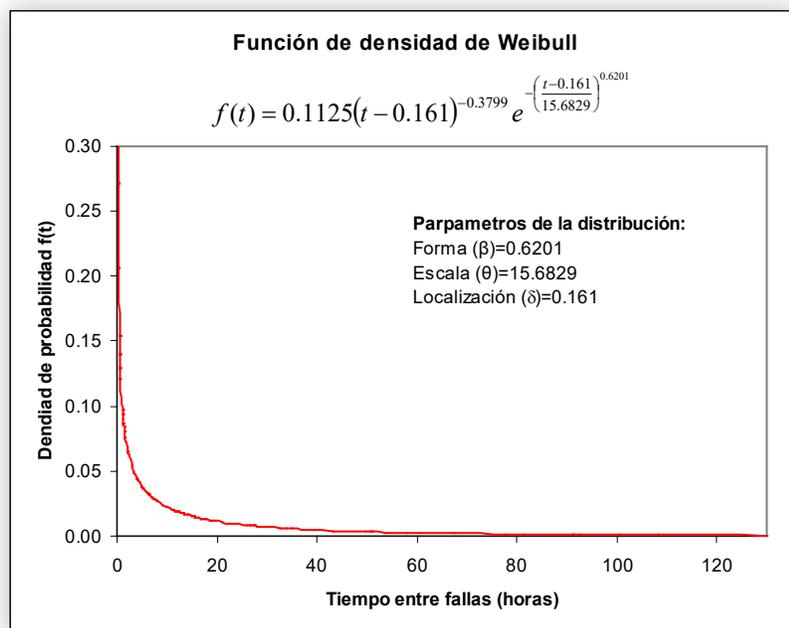


Figura 10. Gráfico de la función densidad para los parámetros calculados

CONCLUSIONES

1. El método de los mínimos cuadrados facilita el cálculo de los parámetros de la distribución de Weibull cuando se emplean programas informáticos como Excel.

2. El análisis del gráfico de la recta de regresión sirve de criterio para determinar si es necesario calcular el parámetro de localización.

3. El parámetro de localización tiene un gran efecto en la recta de regresión; sin embargo, se debe analizar concienzudamente si un δ diferente de cero es necesario.

4. El coeficiente de correlación, r , y el coeficiente de determinación, r^2 , se constituyen en una prueba de bondad de ajuste para la distribución de Weibull.

AUTOR:
Luis Hernando Palacio Palacio
 Ingeniero Mecánico
 Colombia.



REGULACION DE CARGA EN MOTORES DE COMBUSTIBLE PESADO (HFO), PARA DETERMINAR UNA OPERACIÓN EFICIENTE CON RESPECTO AL CONSUMO ESPECIFICO DE COMBUSTIBLE.

GENERALIDADES

Los motores de combustión interna, que operan bajo el ciclo Diesel, utilizados para propósitos de generación eléctrica, mantienen un régimen de revoluciones y carga constantes, lo que permite monitorear y establecer parámetros de operación destinados a determinar el consumo de combustible.

De conformidad con las especificaciones de cada modelo de motor y del contrato de adquisición de las unidades, los parámetros de consumo de combustible están claramente determinados. Durante el comisionamiento de dichas unidades, se certifica los valores de producción de energía y carga máxima, consumo específico de combustible y consumo de aceite lubricante del motor.

Load Factor	Fuel Consumption
100% Load	8310 BTU/kWh ± 0 %

Figura 1

En este cuadro se observa las condiciones de

consumo específico de combustible determinadas en el contrato de venta del motor de una unidad de generación eléctrica.

CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE

De acuerdo con datos de un fabricante X, el consumo no debe ser mayor a 8294 KJ/kWh, especificación que equivale a 7861 BTU/kWh operando a un 100% de carga.

FACTOR DE CONVERSION DE KJ/Kwh a BTU/Kwh

Para transformar KJ/Kwh a BTU/kWh el factor de conversión es: 0.947.

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN FÁBRICA

De acuerdo con el protocolo de pruebas del motor realizado en fábrica, el resultado de consumo específico de combustible es el que está representado. (Ver Figura 2.)

"An engine is said to be performing well or well-maintained if it can be safely run at the rated RPM at the rated load."

Test no	Load [%]	Speed	Fuel	Power [kW]	Air press. [hPa]	Air temp [°C]	Coolant temp [°C]	Meas.fuel amount [kg]	Mean time [s]	Meas. consumption [kg/h]	Clean leak fuel [kg/h]	Eng.driven pumps [g/kWh]	Be [g/kWh]	Biso [g/kWh]
1	100	720	HFO	8100	1036,0	30	33	80,0	193,3	1489,9	6,480	0	183,1	175,1

Figura 2

PARAMETROS DE OPERACION

En el presente párrafo se determina el rango de carga de operación necesario para que las unidades tenga el consumo de combustible eficiente.

De este modo se quiere usar los recursos energéticos disponibles para la generación eléctrica de una forma óptima, de tal manera que cubra la demanda de energía a un costo centrado en la eficiencia y con un grado aceptable de confiabilidad y seguridad.

A continuación se describe un año no determinado de operaciones con motores de combustión internas. Se toma en cuenta la producción de energía y los parámetros de carga del motor.

Se debe indicar además, el consumo de un combustible con un valor calórico de 41000 KJ.

combustible. Los casilleros en amarillo determinan un consumo de combustible ligeramente mayor al consumo óptimo. Los casilleros en rojo indican un consumo más elevado que el nivel de eficiencia y economía, lo que significa un mala relación d combustible ingresando al motor.

De todos los factores descritos en los párrafos anteriores, el consumo específico de calor es el mecanismo más adecuado para determinar la relación exacta entre el flujo de combustible

De un total de 48 casilleros, 34 están en verde (71%), 5 en amarillo (11%) y 8 en rojo (17%).

Es muy importante señalar que la condición mecánica de la máquina es fundamental a la hora de determinar eficiencia en el consumo de combustible.

	UNIDAD 1	UNIDAD 2	UNIDAD 3	UNIDAD 4	
enero	87.0	85.0	81.0	85.0	Enero
febrero	83.0	81.0	75.0	79.0	Febrero
marzo	89.0	89.0	74.0	71.0	Marzo
abril	88.0	88.0	70.0	66.0	Abril
mayo	89.0	89.0	68.0	66.0	Mayo
junio	91.0	83.0	67.0	81.0	Junio
julio	91.0	62.0	67.0	89.0	Julio
agosto	90.0	50.0	90.0	89.0	Agosto
septiembre	89.0	38.0	89.0	88.0	Septiembre
octubre	83.0	76.0	85.0	76.0	Octubre
noviembre	83.0	84.0	83.0	83.0	Noviembre
diciembre	85.0	83.0	84.0	83.0	Diciembre

Figura 3.

En la figura 3 están representados los porcentajes de carga de las unidades. Los casilleros en verde nos determinan un rango de operación eficiente en cuanto al consumo de

La presencia de equipo de medición de flujo de combustible que ingresa a

cada uno de los motores y por consiguiente el retorno de una cantidad hacia la unidad alimentadora de combustible (principio de operación diesel), nos permite tener los datos para cada una de las unidades, pero el consolidado anual de consumo de combustible en

relación con el consumo específico de cada motor (datos de fábrica específicos para cada unidad) y las cifras de producción mensual de energía, permiten formular las conclusiones del caso.

CUADRO CON EJEMPLO DE VALORES DE CONSUMO ESPECIFICO DE COMBUSTIBLE Y CONSUMO ESPECIFICO DE CALOR PARA UNA CENTRAL TERMICA A DIESEL.

CUADRO N° 1-5			
RESUMEN DE COMPORTAMIENTO A CARGAS NOMINALES			
Grupo Diesel ONAN CUMMINS - C.T. San Nicolás			
POTENCIAS (kW)			
DECLARADA	EFFECTIVA	ENSAYO	ISO
1,250	1,241	1,234	1,422
Consumo en vacío (gal/min)			0.13509
COMPORTAMIENTO A CARGA PARCIAL Y TOTAL PARA CONDICIONES DE POTENCIA EFFECTIVA (VALORES PROMEDIO)			
Carga Nominal [kW]			
375 kW	625 kW	938 kW	1,250 kW
Potencia Efectiva [kW]			
373	631	968	1,241
Rendimiento [kWh/g]			
13.08	13.09	14.22	14.68
Consumo Especifico Combustible [gr/kWh]			
251	247	230	220
Consumo Especifico de Calor [kJ/kWh]			
10.781	10.611	9.863	9.442
Eficiencia Térmica [%]			
34.14%	34.17%	37.12%	38.30%

Figura 4.

En el cuadro de la figura 4 tomado del internet, se puede observar que para el caso de 30% de carga (375kW) el consumo específico de combustible es 251 gr/kWh. Para 50% de carga (625kW), el consumo es de 247 gr/kWh. Para 75% de carga (938kW) el consumo específico de combustible es 230 gr/kWh y para 100% de carga (1250 kW) el consumo es de 220 gr/kWh.

En este ejemplo se puede apreciar claramente la relación que existe entre el incremento de la carga y la reducción de los valores de consumo específico de combustible y consumo específico de calor.

Este comportamiento es característico para las unidades de generación eléctrica dotadas de motor de combustión interna diesel.

CURVA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

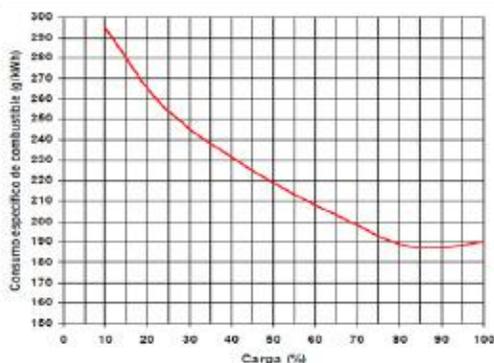


Fig. 5 Aspecto normal de la curva de consumos de combustible de un motor diésel.

Por último se debe indicar que el aspecto de la curva de consumos de combustible tiene un aspecto como el mostrado en la fig. 5. La razón de que la curva tenga un mínimo situado entre el 75% y 90% de carga directa radica en que en la zona es donde las turbosoplantes tienen el máximo rendimiento. Una vez pasada esa zona, el consumo aumenta casi exponencialmente hasta el consumo en vacío, que suele ser el máximo.

AUTOR:
Martin Ivan Cevallos Gomez
 CEO LubriCenter H.A.

REPERCUSIÓN DE LA DEPRESIÓN EN CONFIABILIDAD HUMANA

La depresión es una enfermedad que afecta cerca de un 5-10% de los adolescentes y 10-15% de los adultos. Aun cuando la depresión es causa de incapacidad para hombres y mujeres, la carga de la depresión es un 50% mayor en las mujeres (OMS 2008). De hecho, la depresión es la causa principal de carga de enfermedad para las mujeres tanto en países de alto nivel de ingresos como el los de niveles medio o bajo. (OMS 2008). Puede ser desencadenado por una serie de diferentes factores personales, sociales y económicos, incluyendo los shocks macro-económicos importantes, siendo más frecuente en el género femenino. Es de importancia conocer la sintomatología y signología que presenta el individuo que cursa con depresión, en cualquiera de sus grados, y de esta manera correlacionarlo con el rendimiento en su trabajo y los riesgos de cometer errores, repercutiendo en la confiabilidad humana.

Las personas que cursan con depresión presentan disminución de la capacidad de sentir placer en sus actividades, disminución de la concentración, disminución de la energía física, trastornos del sueño, así como de la afectividad y del pensamiento, sentimiento de culpa o autoestima disminuida.

Según el número y la severidad de los síntomas, puede clasificarse como leve, moderado o severo. Alguien con un episodio leve tendrá alguna dificultad para seguir adelante con su trabajo y actividades sociales pero no dejara de funcionar completamente. Pero durante un episodio severo, es muy poco probable que la persona pueda continuar con sus actividades sociales, laborales o domésticas.



BASES NEUROQUÍMICAS DE LA DEPRESIÓN

Existen una serie de sustancias en nuestro cerebro llamadas neurotransmisores que están en íntima relación en la etiopatogenia de los trastornos del humor, dentro de los cuales tenemos la depresión. Estas sustancias son las que regulan el equilibrio y funcionamiento del nuestro cerebro en cuanto a la transmisión neuroquímica de los estímulos y respuestas que se suscitan en dicho órgano.

Así como mantienen la intercomunicación neuronal a nivel de las dendritas en sus espacios sinápticos también regulan el estado de ánimo, el placer, el apetito, la memoria, la vigilia y el sueño. Un desbalance en el equilibrio de estas sustancias ocasiona Depresión. Las más conocidas son dopamina, serotonina,

noradrenalina, ácido glutámico, GABA (ácido betaaminopeptínico) (Fig. 2)

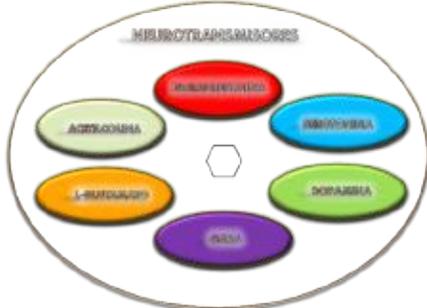


Figura 2

Los neurotransmisores se producen de en las áreas pre-sinápticas neuronales y son liberadas al área inter-sinápticas para ejercer su efecto en la post-sinapsis transmitiendo el mensajes sensitivo o motor, así como se producen en los diferentes núcleos del sistema nervioso central asi como en el sistema límbico (Fig. 3), formado por el tálamo, el fórnix, cuerpo calloso, el hipocampo y las amígdalas cerebrales, siendo este el área de mayor importancia en el control de las emociones y la memoria, según el equilibrio existente entre los diversos neurotransmisores, ejerciendo cada uno de ellos un efecto específico y compartido sobre las emociones (Fig. 4), sentimientos, memoria, comportamiento y humor del individuo.



Figura 3

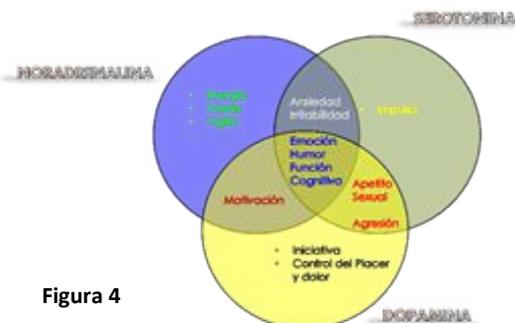


Figura 4

IMPACTO ECONÓMICO DE LA DEPRESIÓN

Impone una carga económica significativa en todo el mundo, no solo sobre los individuos sino también sobre las familias, comunidades, empleadores, sistemas de salud y presupuestos generales de los gobiernos (Fig. 5). En tiempos de crisis económica en tantos lugares del mundo, es por lo tanto un tema que las sociedades ignoran a su cuenta y riesgo: la falta de atención para la prevención y tratamiento de la depresión en la población, y la consiguiente pérdida de capacidad de trabajo, puede dificultar aún más la salida de los países de la austeridad económica. Se ha investigado mucho sobre las cargas económicas atribuibles a los trastornos mentales en países con alto nivel de ingresos y hay una base de evidencia más limitada pero creciente acerca de las consecuencias económicas en países con bajo y mediano nivel de ingreso.



Figura 5

Es probable que los estimados de estos costos sean conservadores; pocos toman en cuenta la manera en que las familias pueden movilizarse y redirigir recursos de formas que tienen repercusiones a largo plazo para la familia, corriendo el riesgo de agravar y perpetuar las inequidades socioeconómicas. Cuando se agregan a través de las economías, estos costos domésticos pueden tener un importante efecto sobre el tamaño y la productividad de la fuerza de trabajo y sobre los ingresos nacionales en general. Los estimados de los costos usualmente tampoco toman en cuenta los riesgos aumentados de la mala salud física que han sido asociados a la depresión.

La depresión, como enfermedad, también perpetúa el ciclo de la pobreza (Fig. 6), interfiriendo con la capacidad para funcionar tanto en un trabajo como en otras actividades familiares, lo cual lleva a una disminución de la productividad social y económica. Es así que las personas con depresión crónica se encuentran frecuentemente en la pobreza porque es posible que ni ellos ni sus cuidadores puedan trabajar.



Figura 6

En los países sin acceso universal a la atención en salud, es posible que los individuos tengan que gastar gran parte de sus ahorros o pedir prestado dinero para comprar medicamentos convencionales y/o tradicionales. Por lo tanto es vital romper la cadena de pobreza y deuda que rodea a las personas con depresión en todo el mundo para abordar la meta del milenio de erradicar la pobreza y el hambre (MDG1). Este no es, sin embargo, un problema exclusivo de los países con bajo nivel de ingresos. Se pueden observar niveles muy altos de deuda inmanejable y pobreza en países de Europa y otros que han estado experimentado los peores impactos del declive económico.

Otra razón de peso por la cual abordar la depresión es la gran evidencia de los estudios longitudinales hechos en una serie de países de

alto nivel de ingresos que la depresión no tratada en niños y adolescentes puede tener consecuencias sociales y económicas duraderas en la edad adulta, incluyendo peores niveles de logros educativos, aumento de contacto con el sistema judicial por delitos, niveles más bajos de empleo y a menudo salarios más bajos cuando se está empleado, y dificultades en las relaciones personales. Además, la depresión en los padres puede tener impacto adverso sobre la salud, desarrollo y educación en los hijos. En algunos países es posible que los hijos tengan que abandonar las clases durante las crisis de salud de sus padres para brindarles cuidados informales, o que el progenitor este demasiado enfermo como para asegurar que el hijo vaya a clase. Una vez más, en tiempos de crisis económica es importante invertir en la salud y bienestar de los hijos que representan la futura riqueza de un país.

Los costos de la depresión son sustanciales, pero ¿qué conocemos acerca de los costos de inversión en prevención y tratamiento de la depresión? Mientras que se deben tomar decisiones cuidadosas acerca de cómo invertir en todos los aspectos de la atención en salud, hasta en las regiones más pobres del mundo se pueden identificar acciones costo efectivas para afrontar la depresión. También hay una base de evidencia, aunque de países de contexto de alto nivel de ingresos, que indica que hay algunas aproximaciones costo efectivas para la prevención de la depresión a lo largo de la vida.

En suma, aunque los efectos de la mala salud sobre la pobreza no son exclusivos de la depresión, la larga duración de una proporción de las enfermedades depresivas hace que el impacto negativo sea mayor que la condición física más aguda. Estos impactos variados aumenta el riesgo de que los hogares caigan en dificultades económicas severas, con consecuencias mayores sobre la economía nacional. Es posible que estos riesgos aumenten durante las épocas de crisis económica, haciendo que sea aún más importante no descuidar la salud mental.

REPERCUSIÓN DE LA DEPRESIÓN EN LA CONFIABILIDAD HUMANA.

Una vez revisado las repercusiones de la depresión sobre los diferentes aspectos de la vida de las persona, sobre todo la disminución de la capacidad de sentir placer en sus actividades, disminución de la concentración, disminución de la energía física, trastornos del sueño, así como de la afectividad y del pensamiento, sentimiento de culpa o autoestima, podríamos inferir que cuando se presentan estos síntomas y signos influiría negativamente en la confiabilidad de estos en sus labores.

Una persona que tenga trastornos de concentración podría presentar riesgos de cometer errores en su trabajo cotidiano, inclusive en trabajos en los cuales su desempeño fue excelente hasta el momento de presentarse la depresión. Así mismo al existir trastorno del sueño y disminución de la energía física también podría ser causas del incremento de fallas en la realización de las labores cotidiana, de allí la importancia del mantenimiento de un ben estado de salud y la prevención de esta patología y con la misma importancia tenerlo en cuenta en los análisis y estudios de confiabilidad humana.

Se hace imperante presupuestar en toda empresa inversiones en cuanto a la prevención de salud en el ámbito psicológico de los trabajadores con el fin de coadyuvar en el control de la aparición errores humanos y mantener en mejor estado de salud bio-psico-social de los mismos redundando en la mejora de los niveles de confiabilidad humana.

AUTOR:

Dr. Bárbaro J. Giraldo C.

Médico Internista

Diplomado en Gerencia de Salud

Prof. Contratado en la UPEL



Consecuencias de la Desinformación

Desinformados: ¿Lo son por decisión propia o porque se les ha negado la información?

Hoy en día, gracias a la Internet, prácticamente no tenemos excusa para no estar empapados del acontecer local, regional, mundial o universal, a no ser que haya una limitante de no poseer equipos que nos lo permitan. En segundos se puede aclarar una duda de cualquier tipo o complementar una idea escasamente desarrollada mediante la consulta a un buscador en la red. Todo esto con la facilidad y sencillez con la que un niño de escasa edad puede manejar cualquier ordenador o uno de los tantos inventos tecnológicos que hoy en día están a nuestro alcance.

Desde cierto punto de vista, ser un desinformado puede tener sus ventajas: si no te enteras de algo, no tienes que angustiarte por lo que esté pasando al respecto, o no te contaminas de una realidad que puede ser nociva o angustiante (como reza el dicho: a veces es mejor no saber; ojos que no ven, corazón que no siente, etc.) Por otro

lado, la desinformación nos puede poner en desventaja frente a otros que sí poseen datos, lo cual puede acarrear, por ejemplo, el no tener acceso u opción a ser seleccionados para un trabajo por no poseer conocimientos de un idioma extranjero o un entrenamiento específico en un área especializada específica requerida.

La desinformación también nos puede hacer social y psicológicamente susceptibles a manipulación, y eso puede ser considerado terrible y hasta condenable si es producto de la negligencia tanto por parte de quien posee o acapara los datos como por quien no se interesa en poseerlos. Concretamente, estar desinformado puede exponernos al rechazo dentro de ciertos círculos en los cuales el manejo del conocimiento es altamente apreciado. La frase "no tienes idea de lo que se está hablando" tiene, a mi parecer un profundo impacto de desaprobación y provoca malestar en quien la recibe, y reacciones diversas como la exclusión o alejamiento por vergüenza, o la reacción contraria:

proponerse a obtener dichos datos para estar a la altura o superar el nivel esperado. Entonces podríamos caer en lo que Javier Barros del Villar ("La Era de la Desinformación") comenta sobre cómo el exceso de información es peor que la simple ignorancia, y la saturación que sufre nuestra sociedad actual con elementos muchas veces contradictorios que traen confusión, en lo que bien llama "la era de la sofisticación de la ignorancia": sabemos tanto que no sabemos nada, porque sólo acumulamos datos en forma de quantums o paquetes informativos. Es el "mainstream media" que nos desborda, pero con un efecto negativo, casi nefasto. Y el historiador D.J. Boorstin reafirma esta idea con una frase que reza: "La tecnología es muy divertida, pero también podemos ahogarnos en ella. La neblina de la información puede debilitar el conocimiento".

El punto es que estar informado tiene un precio y a la vez un valor, y eso puede significar que el poseer datos nos compromete a hacer buen uso de ellos en salvaguarda de la veracidad o la confiabilidad misma. Una persona que está al tanto de lo que sucede puede ofrecer soluciones acertadas para resolver problemas si sabe cómo utilizar dicha información, convirtiéndose en elemento clave para el desarrollo exitoso dentro de la empresa o institución a la cual pertenece. En este sentido, no se puede desaprovechar ninguna oportunidad de mejoramiento profesional o de compartir experiencias en el marco de las variadas actividades que se presten para ello o que promuevan esta claridad de pensamiento y acción.

Es evidente cómo existe hoy en día una corriente que impulsa el compartir conocimientos dentro de la comunidad conformada por las empresas de mantenimiento y confiabilidad, y al respecto vale la pena hacer mención especial de un ejemplo concreto de "conciencia informativa" en la persona del Sr. Terrence O' Hanlon, convencido defensor del proceso de preparación enfocado en la calidad. En cada congreso y conferencia dictada, se ha empeñado en promover este compartir de ideas y experiencias con el fin de brindar una mayor solidez y seguridad en el ambiente de trabajo, guiándose por una triple vertiente que contempla a la gente, la ganancia y el ambiente en comunión armónica, y con el propósito de formar líderes con visión más allá de ese pensamiento tradicionalista que se limita a ocuparse de un problema sólo una vez ocurrida la falla, cuando ya incluso pudiera ser muy tarde. Esa es la actitud que nos debe mover en nuestro afán por lograr un mundo mejor.

Finalmente, y considerando todo lo anteriormente dicho, poseer información y saber qué hacer con ella es una gran responsabilidad, ya que considero que el saber debe ser compartido para la edificación de todo aquel que lo necesita. En el conocimiento reside la libertad y el bienestar de quienes hemos venido a esta realidad para crecer juntos.

AUTOR:
Lic. Richard J. Skinner

¿Qué nos perdemos si ignoramos la estrategia predictiva?



INTRODUCCIÓN

A finales de la década de los 80 aparecieron las primeras tecnologías predictivas para uso industrial. Desde entonces hasta prácticamente ahora, la aplicación de las técnicas predictivas ha estado principalmente motivada por la asunción de que estas tecnologías son positivas desde un punto de vista global, pero no ha sido habitual analizar los resultados de la inversión en las nuevas tecnologías predictivas. Hoy todo ha cambiado y la aplicación de las técnicas predictivas se ha convertido en una necesidad para conseguir los objetivos de mantenimiento en relación a las mejores prácticas de mantenimiento. Es completamente imposible que las plantas industriales que ignoran la estrategia predictiva se puedan si quiera acercar a los registros indicados en las mejores prácticas de mantenimiento y que son el resultado de la optimización de las actividades relacionadas con ciclo de vida de los activos productivos.



Figura 1. Colector analizador de vibraciones FALCON para diagnóstico predictivo (cortesía de ACOEM).

¿Cuánto predictivo es lo ideal?

Un conjunto de datos que nunca deja indiferentes a los responsables de mantenimiento del mundo industrial es la tabla de porcentajes de mantenimiento reactivo, preventivo y predictivo recomendada en las mejores prácticas. Existen varias tablas con datos no exactamente iguales, pues en los resultados mostrados influyen principalmente cómo se han definido las tareas de mantenimiento reactivo, preventivo y predictivo; y el tipo de industria o sector industrial de aplicación, entre otros aspectos.

Estrategia de mantenimiento	Porcentaje de órdenes de trabajo
Reactiva	Máximo 10%-25%
Preventiva (a intervalos fijos)	De 20% a 40%
Predictiva (según condición)	De 40% a 60%

Figura 2. Porcentaje de órdenes de trabajo generadas a partir de cada estrategia de mantenimiento.

En la figura 2 se indican los porcentajes recomendados en las mejores prácticas de cada estrategia de mantenimiento seguida para la programación de los trabajos de mantenimiento. Como puede observarse,

cuando se considera el mantenimiento de la maquinaria rotativa, la mayoría de actividades de mantenimiento han de programarse en base a la condición del equipo mantenido. Es decir, que ni se deja fallar, ni se programan las principales actividades de mantenimiento a intervalos fijos.

Un buen indicador que refleja bien si se ha optimizado la gestión del mantenimiento de un activo es el coste anual de su mantenimiento en porcentaje de su valor de reposición (RAV: Replacement Asset Value). Los valores de clase mundial manejados para este indicador se sitúan entre el 2% y el 3.5% según Ramesh Gulati. No será posible alcanzar este valor si no se optimiza la gestión del mantenimiento mediante técnicas de gestión como el RCM (Reliability Centered Maintenance).

¿Cómo seleccionar la estrategia de mantenimiento adecuada?

El primer paso es determinar qué modos de fallo no tienen consecuencias graves y, por lo tanto, podemos abordarlos mediante una estrategia reactiva. Esto sucede cuando no se justifica ninguna inversión, tanto en actividades preventivas como predictivas. Aplicaremos la estrategia reactiva a aquellos modos de fallo que no conduzcan a situaciones que aumenten el riesgo de seguridad, comprometan el medio ambiente, dañen los equipos productivos o afecten a la producción o la calidad del producto fabricado.

Ahora viene el gran dilema. En todos aquellos modos de fallo que deban atenderse de una manera proactiva, tendremos que establecer una estrategia preventiva a intervalos fijos o predictiva, ¿pero cuál?

Aplicaremos la estrategia preventiva a intervalos fijos a aquellos modos de fallo que siguen un patrón de desgaste y que la monitorización de la condición no es posible o la inversión en su monitorización no es justificable.

En cambio, aplicaremos la estrategia predictiva a los modos de fallo “monitorizables”, cuando existan parámetros de supervisión relacionados con el desarrollo de los fallos y además, la inversión en la monitorización esté perfectamente justificada.

En la tabla de la figura 3 se detallan los criterios para decidir qué estrategia de mantenimiento aplicar para mitigar cada modo de fallo de los activos productivos.

	Elementos no críticos	Elementos críticos			
		Todos	Fallo al desgaste		Fallo aleatorio
	Todos	Monitorizable	No monitorizable	Monitorizable	No monitorizable
Reactivo	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Negro (Rediseñar la aplicación)
Preventivo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo	
Predictivo	Rojo	Verde	Rojo	Verde	

Figura 3. Tabla de aplicación de las estrategias de mantenimiento.

Ejemplo: Estrategia de mantenimiento aplicada a los rodamientos

Los rodamientos son elementos que trabajan normalmente a fatiga, rara vez a desgaste. Las causas del inicio de los fallos en los rodamientos son principalmente, errores de montaje, mala lubricación, diseño erróneo, mala operación (sobrecargas) y fatiga. Esto nos hace pensar que una estrategia de mantenimiento que suponga su sustitución a intervalos fijos podría no tener sentido, pero mejor analicemos este asunto a fondo...

Si nos planteamos cómo establecer la estrategia de mantenimiento adecuada para los rodamientos de nuestra planta industrial,

veremos que tenemos las siguientes opciones (ver figura 4):

Estrategia	Detalles
Reactiva	En aquellas máquinas no críticas.
Preventiva	Basado en el mantenimiento de oportunidad. Por ejemplo, si sustituyo los cierres mecánicos (elemento a desgaste) aprovecho para sustituir rodamientos.
Predictiva	En las máquinas más críticas estará justificada la inversión en su monitorización. A partir de los datos de supervisión de los rodamientos, se conoce el momento en el cual el rodamiento se comienza a dañar. Así se determina el momento óptimo para su sustitución.

Figura 4. Estrategias aplicables al mantenimiento de rodamientos.

La fórmula de cálculo de la duración de los rodamientos L10h nos dice que el 90% de los rodamientos instalados en condiciones ideales con los parámetros de velocidad y carga de referencia, superarán la duración indicada por esta fórmula (ver fig.5).

$$L_{10h} = \frac{1\ 000\ 000}{60\ n} \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

$$\delta$$

$$L_{10h} = \frac{1\ 000\ 000}{60\ n} L_{10}$$

donde

- L_{10h} = vida nominal, en horas de servicio
- n = velocidad de giro, en r/min
- C = capacidad de carga dinámica, en N
- P = carga dinámica equivalente (ver página 49), en N
- p = exponente de la fórmula de la vida
 - p = 3 para los rodamientos de bolas
 - p = 10/3 para los rodamientos de rodillos

Figura 5. Fórmula de cálculo de la duración de los rodamientos.

Seamos conscientes de que la fiabilidad en el cálculo se consigue por medios matemáticos, acortando el valor de Lxh hasta conseguir la fiabilidad deseada. De hecho, si una fiabilidad del 90% no nos pareciese aceptable y

tuviésemos como objetivo, por ejemplo, una fiabilidad del 99%, el valor de la duración calculada sería entonces L01h y tendríamos que reducir esta duración estimada a la quinta parte según SKF (ver fig. 6).

Fiabilidad %	L _{na}	a ₁
90	L _{10a}	1
95	L _{5a}	0,62
96	L _{4a}	0,53
97	L _{3a}	0,44
98	L _{2a}	0,33
99	L _{1a}	0,21

Figura 6. Valores del factor a₁ que ajusta la duración L10h a otras duraciones calculadas en función de la fiabilidad requerida para el resultado del cálculo.

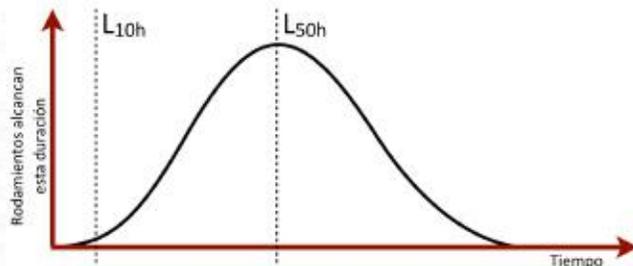


Figura 7. Distribución de la duración de los rodamientos.

Como primera conclusión obtenemos un dato importantísimo que remarcan los propios fabricantes de los rodamientos (ver fig. 7) y es que el valor promedio de la duración de los rodamientos (L50h) es cinco veces mayor que el valor que habitualmente se considera para el cálculo de la duración de los rodamientos (L10h). Esto significa que si partimos de una estrategia preventiva (a intervalos fijos) aplicada al mantenimiento de nuestros rodamientos, tendremos unas posibilidades de mejora enormes en aquellas máquinas en las cuales optimicemos su plan de mantenimiento al

evolucionar del preventivo al predictivo. Y esto no significa en ningún caso que se reduzca la fiabilidad o que aumente el riesgo de fallo, pues si la monitorización del rodamiento se realiza correctamente es prácticamente imposible que aparezca un fallo que no sea detectado con antelación.

Las nuevas filosofías de gestión de activos (ISO 55001) nos instan a optimizar los planes de mantenimiento para obtener el máximo rendimiento de nuestros activos productivos. Las metodologías como RCM, RBM, etc. nos ayudan a optimizar los planes de mantenimiento para conseguir la máxima disponibilidad y fiabilidad de los equipos productivos al coste mínimo. El paso de la estrategia preventiva (a intervalos fijos) a la estrategia predictiva tiene como consecuencia los siguientes beneficios:

- Aumento de la disponibilidad del equipo.
- Mejora de la fiabilidad global de la máquina.
- Reducción del índice de intervenciones/año del equipo.
- Reducción de los riesgos de mortalidad infantil, al producirse menos intervenciones de mantenimiento.
- Reducción del gasto en repuestos, pues el número de intervenciones a lo largo del ciclo de vida del activo puede reducirse hasta a la quinta parte (en rodamientos).
- Como consecuencia del punto anterior, se reduce la mano de obra asignada al equipo.
- La monitorización tiene como consecuencia la reducción de accidentes y el aumento de la seguridad.
- Si aprovechamos los datos de la monitorización para establecer un programa de análisis causa raíz de los fallos (RCFA), reduciremos los fallos en general y especialmente los fallos catastróficos.

- Menor coste de los seguros industriales, al alcanzar la planta mejores KPIs y, por lo tanto, reducir el riesgo para la compañía aseguradora.

CONCLUSIÓN

La aplicación de la estrategia predictiva al mantenimiento industrial contribuye de manera clave a la optimización de los planes de mantenimiento de la maquinaria crítica. La manera óptima de administrar sus recursos de mantenimiento es actuar solamente cuando los parámetros de supervisión de los modos de fallo indican que una avería ha comenzado a desarrollarse. Así se obtendrán los mejores indicadores relativos a la gestión de sus activos productivos.

AUTOR:

Francisco Ballesteros Robles

fballesteros@preditec.com

PREDICTIVA21

www.predictiva21.com

● ANUNCIA CON NOSOTROS