

**EVALUACIÓN DE VARIABLES DE MANTENIMIENTO UTILIZANDO EQUIPOS DE
MONITOREO SATELITAL EN PLANTAS ELÉCTRICAS**

**FABIAN PORRAS
ALONSO CONTRERAS
GABRIEL MARIZANCEN**



**UNIVERSIDAD ECCI
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ, D.C.
2016**

**EVALUACIÓN DE VARIABLES DE MANTENIMIENTO UTILIZANDO EQUIPOS DE
MONITOREO SATELITAL EN PLANTAS ELÉCTRICAS**

**FABIAN PORRAS
ALONSO CONTRERAS
GABRIEL MARIZANCEN**

**DRA.: MARIA GABRIELA MAGO RAMOS
DIRECTORA DEL PROYECTO**



**UNIVERSIDAD ECCI
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ, D.C.
2016**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado:

Jurado:

Jurado:

DEDICATORIAS

A Dios, mis padres, a mi hermano que con su apoyo incondicional, comprensión me han motivado a seguir adelante en mi carrera profesional.

Fabian Porras

En especial dedicación a mis padres, por su temple de soportarme y apoyarme sin restricciones. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. A mi hermana, quienes contribuyen día a día a esforzarme por ser mejor persona siguiendo su ejemplo.

A Yamile, por ser mi compañera fiel que ha sido el soporte diario para llenar estas páginas que marcan el fin de una etapa y el comienzo de otra. Y a mis hijos, Juan Sebastian y Laurita, que con su cariño me dan la fuerza necesaria para estar de pie y con la cabeza en alto para enfrentar cualquier situación por difícil que sea.

Alonso Contreras

Mi dedicatoria va dirigida a Dios, a mi madre que siempre me alentó y me apoyo en todo momento, a mis hermanas porque siempre me han dado buen ejemplo, buenos consejos y motivaron a seguir adelante.

A mi esposa Carolina, quien siempre ha estado a mi lado todo el tiempo apoyándome con sus hermosas palabra de amor y de aliento, a mis hijos que son el motivo para triunfar todos los días y a todas las personas que de algún modo y en algún momento tuvieron la oportunidad de apoyarme

Hace falta mucho más que unas palabras para expresar mis infinitos agradecimiento, solo espero que con estas frases les pueda dar a entender mis sentimientos de aprecio cariño y amor que siento por todos ustedes.

Gabriel Marizancen

AGRADECIMIENTO

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. A nuestras familias por siempre brindarnos su apoyo, sentimental, como económico. A mis profesores Maria Gabriela Mago Ramos, Miguel Angel Urian y Nelson Rojas, a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

**Fabian Porras
Alonso Contreras
Gabriel Marizancen**

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	9
LISTA DE ILUSTRACIONES	10
INTRODUCCIÓN.....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
GLOSARIO.....	14
1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	16
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
2.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
3. OBJETIVOS	19
3.1. OBJETIVO GENERAL	19
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
4.1. JUSTIFICACIÓN.....	20
4.2. DELIMITACIONES	21
5. MARCO CONCEPTUAL.....	22
5.1. MARCO TEÓRICO.....	22
5.1.9. PLANTA ELÉCTRICA.....	47
5.1.10. INSTRUMENTOS DE CAMPO.....	48
5.1.11. DISPOSITIVOS DE CONTROL Y MEDIDAS.....	53
5.1.14. TRANSMISIÓN DE DATOS.....	56
5.1.15. MEDIO DE TRANSMISIÓN.....	60
5.2. ESTADO DEL ARTE.....	64
5.3. MARCO NORMATIVO	69
6. TIPO DE INVESTIGACIÓN	71
7. DISEÑO METODOLÓGICO	73
7.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	73
7.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	75
7.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	98

8.	FUENTES DE INFORMACIÓN	101
8.1.	FUENTES PRIMARIAS	101
8.2.	FUENTES SECUNDARIAS.....	101
9.	ANÁLISIS FINANCIERO	103
10.	TALENTO HUMANO.....	106
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
11.1.	CONCLUSIONES	107
11.2.	RECOMENDACIONES.....	109
12.	BIBLIOGRAFÍA	110
13.	CIBERGRAFÍA.....	111

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Pasos del Mantenimiento Autonomo	32
Tabla 2 Tipo de Investigación	71
Tabla 3 Resultados de encuestas	76
Tabla 4 Comparación de diferentes tecnologías	98
Tabla 5 Clasificación de Equipos EXEMYS [12].....	100
Tabla 6 Gastos de Personal	103
Tabla 7 Herramientas	104
Tabla 8 Costos Indirectos	104
Tabla 9 Presupuesto para instalacion	104
Tabla 10 Gastos Mensuales.....	105
Tabla 11 ROI.....	105
Tabla 12 Mantenimiento Convencional	108
Tabla 13 Mantenimiento Satelital	109

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Trabajo en Equipo	30
Ilustración 2 Equipo de trabajo MCC	36
Ilustración 3 Etapas de la Organización	46
Ilustración 4 Curva característica de un sensor VDO de temperatura	50
Ilustración 5 Sensor de presión de aceite tipo resistivo	51
Ilustración 6 Módems de comunicación marca MOXA.....	58
Ilustración 7 Módems de comunicación marca WESTERMO	59
Ilustración 8 RTU de comunicación marca Exemys	60
Ilustración 9 Encuesta de fallas de Plantas Eléctricas	75
Ilustración 10 Cantidad de Fallas Generadas	96
Ilustración 11 Fallas por mes	96
Ilustración 12 proceso de trabajo	97

INTRODUCCIÓN

Cuando se contextualiza sobre mantenimiento, el mismo se asocia como un conjunto de actividades que ayudan a alargar la vida útil de un equipo y obtener su máximo rendimiento. Inicialmente los equipos pueden generar demasiadas fallas, esto debido al proceso de adaptación o periodos de arranque, la falta de capacitación, desconocimiento de la tecnología del equipo, etc. Luego de esto, el equipo puede funcionar de manera normal en su operación, finalmente, el equipo entra en una etapa de deterioro progresivo y acumulativo hasta quedar fuera de servicio.

El Mantenimiento hoy en día no sólo es una actividad básica dentro del funcionamiento de una empresa, también se ha convertido en una necesidad y debe estar acompañado de una serie de herramientas que hagan posible su desarrollo y ayuden a la administración de su uso y aplicación.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, en esta monografía se plantea una propuesta para que las empresas encargadas de realizar mantenimiento a plantas eléctricas en diferentes tipos de clientes, puedan revisar si es viable la instalación de un monitoreo satelital de variables, con el fin de mejorar las condiciones de los equipos y evitar fallas, las cuales causan paradas inesperadas y poca confiabilidad de las plantas eléctricas.

RESUMEN

En la presente monografía, se mostrará el análisis e investigación de varios temas relacionados directamente con el mantenimiento, los cuales se enfocan en la evaluación de un software que monitoree las variables de plantas eléctricas que en la actualidad presentan problemas en el mantenimiento, y por lo tanto producen pérdidas enormes en cuanto a productividad y credibilidad por parte de clientes o usuarios de estas plantas eléctricas. Es necesario definir la problemática que allí se presenta, con el fin de identificar las fallas más representativas. En seguida, se prosigue con la elaboración del marco teórico y los temas relacionados con la problemática presentada, para lograr hacer una evaluación de las variables que deben ser monitoreadas para las plantas eléctricas, siendo necesario establecer unas encuestas como instrumentos para establecer las fallas más comunes. Dicha labor deberá ir acompañada de la cotización de repuestos, capacitación y procedimiento, lo cual se ve representado en costos de inversión, teniendo en cuenta mano de obra y materia prima. Finalmente, se harán recomendaciones y conclusiones de la viabilidad para implementar este monitoreo satelital de plantas eléctricas.

ABSTRACT

This monograph provides an analysis and investigation of different issues about maintenance power generation plants, the which ones focus on the evaluation of a software that can monitor the mode of operating of power generation plants, due to the drawbacks present nowadays in its maintenance, what causes great economic loss, significant low-productivity in the Company and a major loss of reputation with customers or users of the plants.

It is essential define the problems arising, in order to recognize the most important shortcomings. Then it continues with the development of the theoretical framework and the issues related, to achieve an effective evaluation of the variables which are to be monitored. Being necessary to do surveys and use tools that allow to establish the most common faults, Additional, submission a proposal with the costs of investment of the project, in which includes: spare parts prices, procedures, labour, raw material, staff training and other concepts related. Finally some recommendations are made and conclusions of feasibility for the implementation of the system of monitoring satellite of power generation plants.

GLOSARIO

AVERÍA: Daño o ruptura de cualquier mecanismo, el cual impide el correcto funcionamiento de la máquina, equipo o activo.

CICLO DE VIDA: Tiempo en el cual un activo mantienen su capacidad de uso. El periodo va desde su compra hasta que sea remplazado.

CONFIABILIDAD: Es la probabilidad de que un activo cumpla con un trabajo específico planeado en un lapso de tiempo determinado

DEFECTO: Eventualidades que se presentan en los equipos deteniendo su funcionamiento, pueden generar a corto o a largo plazo lo cual saca el activo de la operación o producción.

DEFORMACIÓN: Cambio de tamaño o forma de un cuerpo sometido a esfuerzos o temperaturas, puede ser plástica (no regresa a su forma inicial) o elástica (recupera su forma inicial al retirar la fuerza que provoca la deformación).

DISPONIBILIDAD: Calidad de un activo, de estar libre para ser usado en cualquier momento.

ESFUERZO: Magnitud física que representa la cantidad de fuerza aplicada sobre un área determinada.

LUBRICACIÓN: Servicios de mantenimiento en los cuales se realizan adiciones, cambios o estudios de lubricantes.

MANTENIBILIDAD: Es la probabilidad de devolver un equipo o maquina a sus condiciones de operatividad en un cierto tiempo y siguiendo unos procedimientos establecidos.

PLAN DE MANTENIMIENTO: Es la relación detallada de las acciones mantenimiento que requiere un activo y en los tiempos en los que deben realizarse las labores.

REFRIGERANTE: Líquido usado en la industria de motores de combustión interna y metalmecánica para disminuir la temperatura de trabajo de una equipo o una herramienta y disipar el calor generado.

TIEMPOS DE RESPUESTA: Es la velocidad de reacción, es el lapso que transcurre entre el momento en que se capta la desviación y el momento en que se introduce la corrección. Cuando la corrección es instantánea, el sistema de control actúa en tiempo real. El control en tiempo real sugiere que la retroalimentación es inmediata e importante para el proceso.

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE VARIABLES DE MANTENIMIENTO UTILIZANDO EQUIPOS DE MONITOREO SATELITAL EN PLANTAS ELÉCTRICAS

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se presentan fallas o paradas inesperadas en las plantas eléctricas lo cual ocasiona grandes pérdidas en empresas que cuentan con este tipo de equipos aun teniendo un programa de mantenimiento preventivo. Los mantenimientos preventivos se realizan periódicamente con el fin de garantizar la disponibilidad y el funcionamiento óptimo de las plantas eléctricas, estas rutinas de mantenimiento son ejecutadas trimestralmente, tiempo en el cual los equipos no son monitoreados ni controlados por ninguna persona lo que causa falta de control y soporte para los equipos plantas eléctricas, generando fallas en los periféricos de los mismos.

Se presentan constantes fallas inesperadas en las plantas eléctricas las cuales se han identificado por que se presentan por falta de seguimiento a los equipos, por lo tanto, el plan de acción ha sido disminuir el tiempo de intervención a periodos bimestrales. Con esto se logró una disminución de las fallas. En este momento se está implementando una propuesta la cual evaluará si es viable identificar a través de monitoreo satelital estas fallas, ya que ocasionan reparaciones prematuras, paradas en producción inesperadas, ocasionando retrasos e incumplimiento en los compromisos de las empresas que poseen este tipo de equipos, e incluso responsabilidades penales por pérdidas humanas en caso de una falla por la no disponibilidad de la planta eléctrica en un hospital o ancianato, incumplimiento con disponibilidad de los equipos causando pérdidas monetarias con los cuales se tiene un contrato respaldado por cláusulas.

2.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿La implementación y adaptación de equipos que monitoree variables e identifique condiciones de fallas, aumentará la disponibilidad o vida útil de los componentes de las plantas eléctricas?

2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cómo el análisis de las fallas más comunes que presentan las plantas eléctricas permite identificar las variables críticas?. ¿Cómo es el comportamiento antes y después de las paradas de emergencia?
- ¿Por qué se debe evaluar la compatibilidad de un equipo de monitoreo para las plantas eléctricas?
- ¿Qué ventaja tiene determinar el cálculo de la factibilidad económica de los equipos de monitoreo satelital para las plantas eléctricas?. ¿Cómo se realiza ese cálculo?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar variables de mantenimiento utilizando equipos de monitoreo satelital en plantas eléctricas a fin de identificar condiciones de falla aumentando la vida útil de los componentes.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las fallas más comunes que presentan las plantas eléctricas con un seguimiento al comportamiento antes y después de las paradas de emergencia identificando las variables críticas: por ejemplo temperatura de trabajo, carga de baterías, presión de aceite, etc.
- Evaluar la compatibilidad de un equipo de monitoreo con el sistema eléctrico de las plantas eléctricas con la finalidad de aumentar la vida útil de los componentes.
- Determinar la factibilidad económica de los equipos de monitoreo satelital para plantas eléctricas.

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. JUSTIFICACIÓN

Con la implementación de un tipo monitoreo continuo se evitará el daño prematuro de piezas internas del motor, las cuales causan gastos inesperados en reparaciones. También al evitar los desgastes prematuros o de detectar fallas a tiempo, se logrará mantener un equipo en óptimas condiciones evitando la generación de emisiones contaminantes expulsadas al medio ambiente.

En hospitales a causa de las fallas o paradas inesperadas en las plantas eléctricas de respaldo se puede llegar hasta la pérdida de vidas humanas, ya que al no estar disponible las plantas eléctricas, se puede generar consecuencias legales para la empresa de mantenimiento por la falla causada.

En fábricas de producción en línea, las paradas inesperadas causan daños en: materia prima que no es posible recuperar, pérdida de tiempo en mano de obra, tiempos de entrega a cliente final, penalidades legales por incumplimiento de entregas.

En el sector de las telecomunicaciones, las fallas inesperadas de las plantas eléctricas causan principalmente caída de redes y pérdidas de señales, lo cual a su vez genera pérdidas de información y comunicación del cliente final (todo público), también causa pérdidas monetarias ya que al no haber señales comunicaciones en el caso de las compañías telefónicas las pérdidas son por minutos o segundos que se dejan de facturar al cliente final.

En el sector de la propiedad horizontal, las fallas de las plantas eléctricas causan paradas inesperadas en equipos como los ascensores, que dependiendo de la

tecnología dejarían personas atrapadas en su interior hasta que retorne el servicio eléctrico.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la presente investigación se presenta una evaluación de monitoreo para complementar los mantenimientos existentes a plantas eléctricas, ya que con esto, se podrá realizar un seguimiento continuo a los equipos bajando los costos en mano de obra, aumentando las disponibilidad y la vida útil de los mismos.

4.2. DELIMITACIONES

El presente documento será desarrollado para la monografía correspondiente al proyecto citado en el título bajo las siguientes delimitaciones:

Delimitación espacial: Para la delimitación espacial la evaluación se limita al estudio del mantenimiento aplicando monitoreo de plantas eléctricas de empresas, ubicadas en Bogotá D.C.

Delimitación temporal: Esta propuesta se desarrollará en un tiempo estimado de cuatro meses entre los meses de septiembre de 2016 a noviembre de 2016.

Delimitación de contenido: en la presente investigación se requiere llevar a cabo un sistema de supervisión especial. Este tipo de supervisión requiere de un método que evalúe y controle variables del sistema eléctrico a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo, controlando el proceso de forma automática por medio de un software especializado, con un costo que se verá reflejado en el contenido de este documento en el apartado correspondiente al análisis financiero.

5. MARCO CONCEPTUAL

5.1. MARCO TEÓRICO

Dentro del mantenimiento serán tratados temas de tipo genérico y específico para la investigación.

5.1.1. Mantenimiento Correctivo

Como su nombre lo indica, es un mantenimiento encaminado a corregir las fallas que se presenten en determinado momento, por lo tanto hay que poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible. Las etapas a seguir cuando se presenta una falla, son las siguientes, aunque no todas las veces son aplicadas:

- Identificación del problema y sus causas.
- Estudio de las diferentes alternativas para la reparación, teniendo en cuenta los procedimientos de parada, enfriamiento, calentamiento, puesta a punto y pruebas.
- Evaluación de las ventajas de cada alternativa y escogencia de la óptima.
- Planeación de la reparación de acuerdo con la disponibilidad de personal, materiales, equipo y herramientas.
- Supervisión de la ejecución de las actividades de reparación.
- Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personal, repuestos y costos de la labor realizada, así como las diferentes observaciones y ajustes al respecto.

5.1.2. Mantenimiento Periódico

Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, es aquel que se realiza después de un período de tiempo generalmente largo (entre seis y doce meses) y se practica por lo regular en plantas de procesos tales como las petroquímicas, azucareras, papeleras, de cemento, etc. Y consiste en realizar grandes paradas en las que se efectúan reparaciones mayores.

Para implantar este tipo de mantenimiento, se requiere una excelente planeación e interrelación del área de mantenimiento con las demás áreas de la empresa, para lograr las acciones en el menor tiempo posible.

5.1.3. Mantenimiento Programado

Este es otro sistema de mantenimiento que se practica hoy en día y se basa en la suposición que las piezas se desgastan siempre en la misma forma y en el mismo período de tiempo.

En este tipo de mantenimiento se lleva a cabo un estudio detallado de los equipos de la fábrica y a través de él se determina, con ayuda de datos estadísticos e información del fabricante, las partes que se deben cambiar, así como la periodicidad con que se deben hacer los cambios. Una vez obtenida esta información, se elabora un programa de trabajo que satisfaga las necesidades del equipo.

5.1.4. Mantenimiento Preventivo

El administrador de un departamento de mantenimiento debe tener una visión clara del mantenimiento y de la manera como el computador le será útil en su tarea. La creciente necesidad de mejorar la productividad, de tomar decisiones rápidas y acertadas, de

manejar un volumen amplio de información y de evaluar ágil y eficientemente el funcionamiento de equipos y personal en el área de mantenimiento, hace que las empresas adopten recursos tecnológicos de alta eficiencia e implanten una organización que garantice una confianza absoluta. El uso del computador mejorará la labor del personal de mantenimiento, reducirá el tiempo muerto de los equipos, hará más exacta la información, identificará rápidamente las variaciones, apoyará la planeación, organización, ejecución y control; reducirá los costos y se podrán realizar análisis detallados y estadísticos que antes no eran factibles.

Desde el punto de vista de la administración del mantenimiento, uno de los factores más importantes es el costo. La planeación de mantenimiento es uno de los procedimientos más valiosos de la moderna dirección de mantenimiento, en término de ahorro potencial en relación con el costo. Los costos de mantenimiento tienen gran importancia cuando se trata de medir la eficiencia del mismo. Las políticas y los procedimientos relacionados con el almacén de mantenimiento, necesitan diseñarse cuidadosamente para que se ajusten a las condiciones existentes en una empresa específica. Para ejecutar un trabajo de mantenimiento se necesitan: materiales, repuestos, personas, herramientas y servicios, además de muchos aspectos pertenecientes al manejo de almacén que va desde la organización básica del personal que lo maneja y los formatos correspondientes.

Otro factor importante en Mantenimiento son “Los Manuales de procedimientos” que proporcionan los conceptos y teorías necesarias para suplir la capacitación administrativa del personal de mantenimiento que labora en las fábricas, y que es un grupo fundamental en la productividad de la empresa.

Estas herramientas de trabajo son indispensables tanto en las campañas de concientización de la necesidad del mantenimiento, como en la implantación y puesta en marcha del mismo, por lo cual esta información técnica debe ser muy funcional para

preparar empleados o directivos en la proporción que se requiera, pero siempre enfocando la atención hacia las actividades administrativas que contribuyan a lograr los objetivos definidos en la planeación estratégica, haciendo de paso más eficiente y eficaz su organización.

Para evitar que se confunda este mantenimiento con una combinación de periódico y programado se debe hacer énfasis en que la esencia de éste son las revisiones e inspecciones programadas que pueden o no tener como consecuencia una tarea correctiva o de cambio.

Este sistema se basa en el hecho de que las partes de un equipo se gastan en forma desigual y es necesario prestarles un servicio en forma racional, para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo es aquel que se hace mediante un programa de actividades, previamente establecidas, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipos.

5.1.5. Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento consiste en el monitoreo permanente de las condiciones de operación en pleno funcionamiento y la reparación o continuación de la operación dentro de una situación de riesgo calculado; de esta manera es posible establecer un “ciclo del programa predictivo” como se puede observar en la figura 3 al hacer mediciones o ensayos no destructivos mediante sensores, instrumentos, equipos y sistemas a las partes o componentes críticos de las máquinas para la detección precoz de fallas y diagnóstico del defecto específico al comparar las mediciones con el patrón inicial de la máquina o con cartas de severidad, estableciendo las condiciones de

operación del equipo así como que los costos de mano de obra son solo los necesarios y de una forma programada, permitiendo hacer una proyección de las pérdidas en los costos de producción.

La mayoría de las inspecciones se realizan con el equipo en marcha y sin causar paros en la producción.

Las inspecciones más frecuentes son por:

- | | | |
|-------------------|---|--|
| ✓ DESGASTE | : | Espectrómetro de absorción atómica |
| ✓ ESPESOR | : | Ultrasonido |
| ✓ FRACTURAS | : | Rayos X, partículas magnéticas, tintas reveladoras |
| ✓ RUIDO | : | Medidores de nivel o decibelímetro |
| ✓ VIBRACIONES | : | Medidores de amplitud, velocidad y aceleración |
| ✓ TEMPERATURA | : | Rayos infrarrojos |
| ✓ LUBRICACIÓN | : | Análisis físico-químico |
| ✓ PRESIONES | : | Medidores de presión |
| ✓ FLUJO DEL PROC. | : | Cronómetros |
| ✓ VEL. DE PROCESO | : | Contadores y cronómetros |

Dentro de las técnicas más usadas se encuentran la termografía, análisis de aceites y análisis de vibraciones.

Para su implementación se requiere tomar decisiones de cuáles son las máquinas que debo monitorear, de cuáles son las mediciones que debo diseñar y seleccionar para cada máquina, de cuál es la forma y como debo manejar la medición seleccionada y de

cuáles son los tipos de instrumentos, equipos y sistemas que se necesitan para realizar el monitoreo de cada máquina.

Se divide la maquinaria en tres grupos; máquinas críticas, máquinas semi-críticas y máquinas no-críticas.

Las máquinas críticas son aquellas, cuya falla, causarían una parálisis de grandes proporciones en la planta, las semi-críticas son las que su falla reducirían la producción, las que su falla puede crear situaciones peligrosas y las muy costosas; Las no-críticas que lo constituyen la mayoría de las máquinas, las más pequeñas y que su falla solo causaría un costo de reparación.

El control de las máquinas es así:

Críticas: Medición continua y análisis de vibración en línea, análisis, al menos, cada dos semanas. Se debe llevar registro de todos los parámetros y verificación de tendencias a corto y largo plazo.

Semi-críticas: Análisis de vibraciones y comparación contra estándares básicos. Se requiere por lo menos cada seis semanas, dependiendo del comportamiento. Registrar los resultados y observar tendencias a largo plazo.

No-críticas: Se mide el nivel total de vibración cada ocho a diez semanas, con instrumentos sencillos y se registran los resultados, analizando los valores excesivos para revelar la causa.

5.1.6. Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance, TPM)

“TPM es el Mantenimiento Productivo realizado con la participación Total del personal a través de actividades de pequeños grupos”[17]. El TPM, organiza a todos los empleados desde la alta dirección a los trabajadores de la línea de producción, es un sistema de mantenimiento del equipo en el ámbito de toda la compañía que apoya las instalaciones de producción. La meta es las cero averías y los cero defectos. Cuando se eliminan las averías y los defectos, las tasas de operación del equipo mejoran, los costos se reducen, la existencia de repuestos puede minimizarse y, como consecuencia, la productividad del equipo aumenta.

“...el conjunto de disposiciones técnicas-medias y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas-instalaciones y organización que conforman un proceso básico o línea de producción, puedan desarrollar el trabajo que tienen previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua...” [18].

El TPM involucra los siguientes elementos:

- Se orienta a maximizar la disponibilidad del equipo.
- Establece un sistema de mantenimiento total durante la vida del equipo.
- Involucra la participación activa de las áreas de Ingeniería, Operaciones y Mantenimiento, además de la de cada empleado desde la alta Dirección hasta los operarios.
- Tiene su soporte en la promoción del mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y mejoramiento de los equipos, a través de motivar grupos pequeños autónomos.

Actividades del TPM

Las principales actividades del TPM son:

- Eliminar las seis pérdidas para mejorar efectividad del equipo.
- Programa de Mantenimiento Autónomo
- Programa de mantenimiento planeado
- Entrenamiento del personal de mantenimiento y de operación
- Administración temprana del equipo

Búsqueda de la Efectividad del Equipo.

El propósito de las actividades de mejora en la producción es el incrementar la Productividad minimizando los insumos y maximizando “los resultados”.

“Los resultados” significan mayor calidad, menores costos, satisfacer fechas de entrega, incrementar la moral y las condiciones de seguridad e higiene.

Para lograr la máxima Efectividad del equipo, TPM busca eliminar las seis grandes pérdidas:

- Tiempo Muerto. Por fallas del equipo o por preparación y ajustes del equipo al cambiar productos.
- Pérdidas de Velocidad. Por ocio y paros menores producto de condiciones de operación anormales
- Menor velocidad operativa (respecto a la diseñada)
- Calidad Deficiente
- Producto defectuoso durante operación estable
- Rendimiento reducido o defectos durante el arranque del equipo

Mejorar Efectividad de Equipo

La mejora de la efectividad del equipo se realiza por grupos de trabajo mediante la aplicación de herramientas de Planeación Estratégica, Calidad Total (CT) y el Análisis del Mantenimiento Productivo (PM), como se representa en la Figura 5.

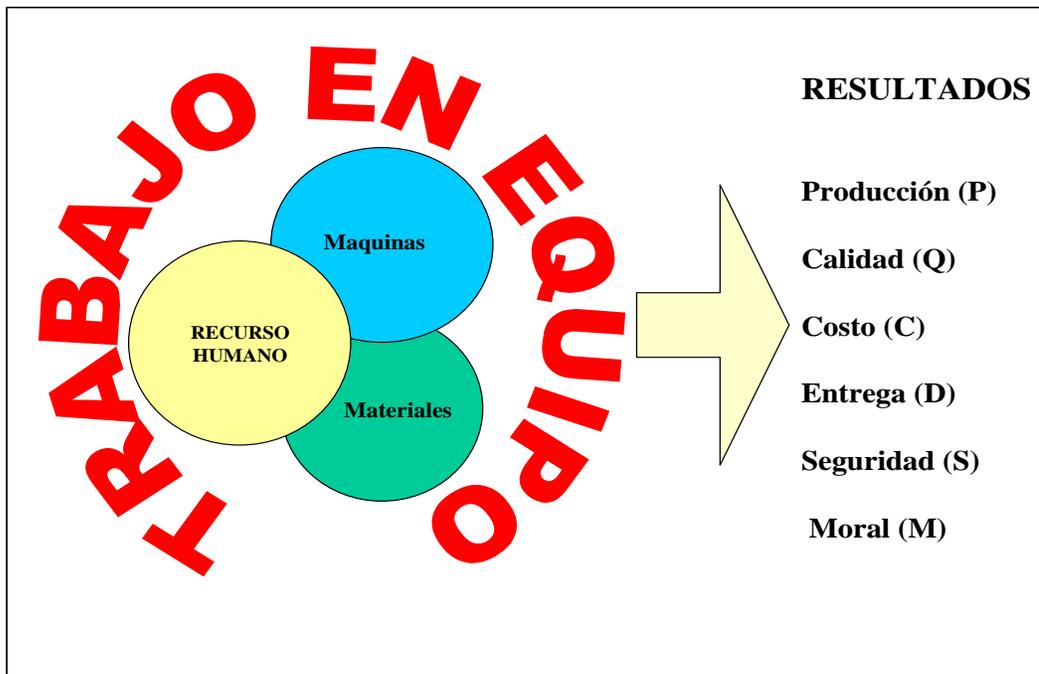


Ilustración 1 Trabajo en Equipo

Los pasos a llevar a cabo en el Análisis PM son:

- Definir el problema. Analizar cada pérdida en detalle, comparando síntomas, condiciones de trabajo, partes afectadas y equipos involucrados.
- Realizar análisis físico del problema. Todas las pérdidas se explican por situaciones o eventos físicos (fricción entre partes).

- Aislar cada condición que pudiera causar la pérdida. Un análisis físico de las fallas arroja las causas que originan su ocurrencia. Explorar e identificar cada una.
- Evaluar equipo, materiales y métodos. Considere cada causa e identifíquela con equipos, aditamentos, herramientas, materiales y procedimientos operativos, enlistando todos los factores que pudieran originarla.
- Planee y Realice la Investigación. Defina alcance y dirección de la investigación de cada factor y enfóquese en la ocurrencia de anomalías.
- Formule Planes de Mejora.

De acuerdo con L. A. Mora[15] las doce (12) etapas de implementación del TPM son:

- Difusión masiva de la decisión gerencial de implementar TPM.
- Campaña masiva de información y formación sobre la introducción del TPM.
- Establecimiento de la organización para poner en práctica el TPM.
- Elaboración de las políticas y objetivos.
- Elaboración del plan de desarrollo del TPM.
- Lanzamiento del TPM.
- Mejora de la fiabilidad de cada equipo.
- Puesta en práctica de una organización autónoma de mantenimiento.
- Puesta en práctica del mantenimiento preventivo.
- Formación complementaria de los técnicos de mantenimiento.
- Puesta en práctica de un sistema de gestión de los equipos.
- Mejora de la implementación del TPM y búsqueda de objetivos más ambiciosos”.

Desarrollo del Mantenimiento Autónomo en Siete Pasos

El mantenimiento autónomo es el realizado por las unidades de proceso de forma independiente, siendo uno de los pilares del TPM.

Tabla 1 Pasos del Mantenimiento Autónomo

Pasos	Actividades
1. Limpieza Inicial.	Limpiar polvo y suciedad principalmente en el cuerpo del equipo, lubricar y apretar, descubrir problemas y corregirlos
2. Definir medidas para eliminar causas de problemas.	Prevenir causas de acumulación de polvo y suciedad, mejorar partes difíciles de limpiar y lubricar, y reducir tiempo de limpieza y lubricación
3. Estándares de lubricación y limpieza.	Definir y establecer estándares para limpiar, lubricar y apretar
4. Inspección general.	Elaborar manual de inspección y usarlo, formar círculos orientados a identificar y corregir defectos de equipo menores
5. Inspección autónoma.	Desarrollar y usar lista de chequeo para la inspección autónoma

6. Organización.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estandarizar categorías de control individual en el lugar de trabajo, sistematizar el control del manto: ✓ Estándares de inspección de limpieza y lubricación. ✓ Estándares de limpieza y lubricación. ✓ Estándares para colección de datos. ✓ Estándares para mantenimiento de partes y herramientas.
7. Mantenimiento autónomo pleno.	Desarrollar políticas y metas de la empresa e incrementar las actividades de mejora.

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – MCC (Reliability Centered Maintenance – RCM). Es una metodología utilizada para determinar sistemáticamente, que debe hacerse para asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo requerido por el usuario en el contexto operacional presente consistente en incrementar la disponibilidad a bajos costos, en otras palabras, asegurar que los activos sigan cumpliendo las funciones para las cuales fueron diseñados.

De las anteriores teorías se decidió tomar aspectos importantes de cada uno de ellos, para ser aplicados en el desarrollo del Modelo de Administración de Mantenimiento que tiene como fin esta monografía. Por ello se considera importante profundizar solo algunos tópicos importantes de las teorías de Preventivo, Mantenimiento Productivo Total y Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

En la organización de un departamento de mantenimiento se aplican las técnicas y los principios de la administración a un área específica; por esta razón quien organiza un departamento de mantenimiento debe tener muy buenos conocimientos de gestión, con

el fin de lograr una clara definición de los objetivos, los cargos, sus funciones, los requisitos para ocuparlos y las relaciones entre personas y departamentos.

En la administración de mantenimiento no solo basta con conocer los programas de mantenimiento y la filosofía del mismo, también es necesario y fundamental que la organización se fije objetivos y tenga muy claro cómo obtenerlos. Esto significa que la planeación de los trabajos de mantenimiento juega un papel muy importante en la etapa de cambio de cualquier empresa. Esta planeación consiste en examinar y definir la puesta en marcha y la ejecución de un trabajo determinado, es decir estudiar y preparar antes de dar comienzo a la obra, los detalles que permitan ejecutar este trabajo en las mejores condiciones de seguridad, de calidad, de costo y de tiempo de ejecución, fijando al mismo tiempo la coordinación entre los distintos grupos que intervengan en la labor y garantizando que los materiales adecuados estén disponibles en el momento apropiado.

La planeación del mantenimiento es uno de los procedimientos más valiosos de la moderna dirección de mantenimiento, en término de ahorro en relación con el costo.

El mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), tiene por objetivo principal establecer un proceso racional y sistemático de análisis que permite la definición de tareas de mantenimiento de equipamientos para garantizar la confiabilidad y la seguridad de los sistemas al menor costo posible. El MCC va más allá del mantenimiento preventivo. En el MCC, cada tarea de un programa de mantenimiento preventivo es generada a partir del análisis de tipos de fallas funcionales del sistema, seguido de un análisis de sus efectos o consecuencias, entonces a partir de allí se determina si la tarea de mantenimiento es esencial o deseable, considerando que la falla afecta a la seguridad o al medio ambiente, o bien a la ecuación costo-beneficio del sistema [19].

No todos los equipos y componentes industriales responden a la curva tradicional de "deterioro en función del tiempo" las expectativas y exigencias del mantenimiento industrial crecen continuamente:

- Mayor necesidad de disponibilidad y confiabilidad de equipos
- Mayores exigencias de calidad de productos
- Mejor cumplimiento de plazos de entrega
- Mayor satisfacción de clientes externos e internos
- Mayor seguridad y atención al medio ambiente
- Mejor contención de costos

MCC es un procedimiento estructurado, que permite definir la mejor política de mantenimiento para cada máquina o equipo en su contexto operacional.

Trabajando en equipo, personal de Mantenimiento y Producción, determinan, con base a claras reglas de evaluación y decisión cuándo y por qué realizar Mantenimiento: Predictivo, Preventivo, Correctivo.

MCC debe ser transferida a la Empresa mediante capacitación e implementación dirigida.

Las herramientas del MCC facilitan la presentación y procesamiento de las conclusiones.

Un beneficio para los Facilitadores y un beneficio para la Empresa

Generalmente los Facilitadores son personas claves en una implementación de MCC, siendo por lo tanto su tiempo muy valioso. Como producto de su actividad se obtiene innumerables potenciales mejoras, tanto económicas como para la seguridad o medio

ambiente. Permítales agilizar su trabajo y obtener resultados más rápidamente mediante esta poderosa herramienta.

El MCC se fundamenta en siete preguntas:

- ¿Cuál es la función del activo?
- ¿De qué manera puede fallar?
- ¿Que origina la falla?
- ¿Qué pasa cuando Falla?
- ¿Importa si falla?
- ¿Se puede hacer algo para prevenir la falla?
- ¿Qué pasa si no podemos prevenir la falla?

El éxito del proceso de implantación del MCC depende básicamente del Equipo de trabajo, como lo representa la Figura.

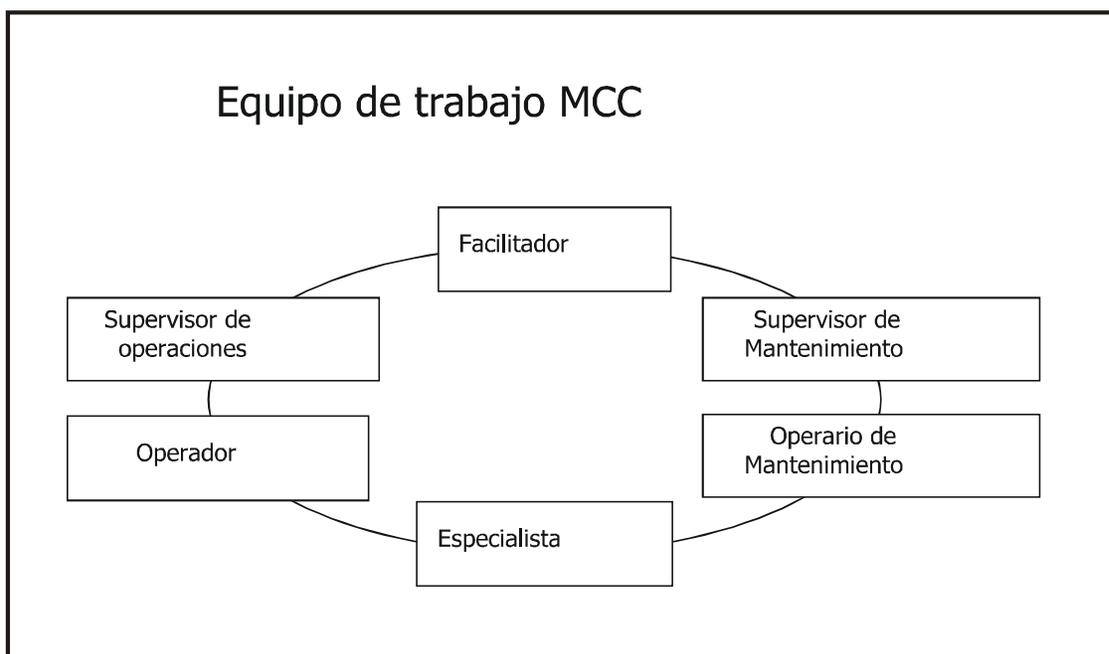


Ilustración 2 Equipo de trabajo MCC

Pasos del MCC.

Los pasos requeridos para implementar el MCC son [20]:

- Adecuación de la organización para el estudio,
- Selección y definición del sistema,
- Análisis de los fallos funcionales, selección del elemento identificado como crítico,
- Selección de las tareas de mantenimiento,
- Tratamiento de los elementos no relevantes, revisión y
- Actualización de la metodología MCC,
- Análisis, conclusiones y
- Recomendaciones.

Confiabilidad operacional (CO).

Ser más productivos, logrando el máximo beneficio al menor esfuerzo y costo es la meta de cualquier organización. Para ello han surgido metodologías, propuestas y tendencias dirigidas a fomentar el logro de este objetivo en las empresas. La Confiabilidad Operacional es la más reciente y la que ha demostrado mayores retornos y beneficios a quienes la han aplicado [21].

A continuación se listan los principales hechos relativos a baja confiabilidad:

- Fallas
- Pérdidas
- Reparaciones de emergencia
- Descontento gerencial
- Repuestos de emergencia
- Accidentes

- Descontento general
- Tiempo extra para producción
- Incumplimiento de pedidos
- Baja producción
- Alta rotación de personal
- Baja productividad
- Menor rendimiento
- Menor eficiencia
- Enfermedades laborales
- Estrés
- Problemas Ambientales
- Multas del Estado
- Penalizaciones de Clientes
- Mayor Consumo de Energía
- Problemas con sindicatos
- Outsourcing
- Mal mantenimiento
- Mala operación
- Falta de adiestramiento
- Desconfianza general

Todos los adjetivos anteriores son indicadores de OPORTUNIDADES DE MEJORA de alto valor, que involucra a todos, desde la gerencia hasta los todos los niveles organizativos.

Las empresas que insisten en confinar la Confiabilidad Operacional, CO, al departamento de Mantenimiento simplemente están dejando de lado una serie de aspectos que podrían mejorar su productividad. Por otra parte, quienes la aceptan como

un tema colectivo y tratan de mejorar de una manera continua tienen una serie de ventajas competitivas sobre los anteriores.

La experiencia de los que ven la CO, como un tema colectivo, obtienen mayores resultados en sus planes de mejoramiento y de Mejoramiento de la Confiabilidad Operacional que aquellos que no lo hacen.

La CO tiene cuatro entradas mayores, sobre las cuales se debe actuar si se requiere un mejoramiento continuo sostenido a largo plazo. Este proceso, denominado Mejoramiento en la Confiabilidad Operacional (MCO), genera cambios en la cultura de la organización, haciendo que ésta se convierta en una organización diferente, con un amplio sentido de la productividad, con una visión clara del negocio y gobernada por hechos. Cualquier hecho aislado de mejora en alguno de los cuatro frentes de CO puede traer beneficios, y de hecho los trae, pero al no tomar en cuenta los demás factores, es probable que estos sean limitados y/o diluidos en la organización y pase a ser sólo el resultado de un proyecto y no de una transformación.

Estos son los típicos casos de los proyectos aislados de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad MCC (Reliability Centred Maintenance RCM) que está focalizado y es muy útil en la confiabilidad de los equipos, pero que muere por no tener participación en el área de Operaciones; o Gestión de Calidad Total (Total Quality Management TQM), centrada y poderosa en la confiabilidad de los procesos/calidad de producción, pero que olvida la participación de Mantenimiento; o de Reingeniería, que fracasa por olvidar a la gente. Caso diferente es el manejado en la cultura japonesa, donde sus planes agresivos de mejoramiento continuo usan toda una mezcla de técnicas que les permiten avanzar al ritmo deseado y generar la revolución industrial de la Calidad, pero su TQM está acompañado del Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance TPM) y de planes agresivos de mejoramiento de la confiabilidad humana, cubriendo de este modo los cuatro factores de la CO.

En el mundo occidental la historia cambia, porque generalmente se tienen fronteras muy definidas (alambradas y minadas) entre producción, mantenimiento, recursos humanos, ingeniería, etc. Esto también aísla los proyectos de mejoramiento y estos todo el tiempo chocan con la necesidad de que su "vecino" colabore y es allí donde salen a flote los límites (a veces letales) de los proyectos de mejoramiento continuo. ¿Cuántas veces se ha escuchado decir de Mantenimiento: "Si producción colaborara sería estupendo", Producción: "Ese no es mi trabajo" y viceversa? "Eso suena muy bonito, pero ¡aquí es imposible!".

Pues bien, algunos se están atreviendo (afortunadamente el número crece) y lo que parecía al principio un mundo industrial utópico, comienza a aparecer en algunas empresas, donde está reinando un ambiente festivo de trabajo en equipo, que involucra desde mantenimiento hasta ingeniería y desde despacho hasta compras, donde los problemas son vistos como oportunidades de mejora y son resueltos según su impacto en el negocio y no en función de jerarquías, donde el adiestramiento obedece a las necesidades de la empresa y no a deseos individuales, donde cada cual acepta sus responsabilidades sobre la productividad y el concepto de culpa cede ante una frase de mayor peso: PROPIEDAD.

Esto significa soporte gerencial de alto nivel y convencimiento de que no es una tarea fácil ni a corto plazo, donde se debe hacer una inversión en adiestramiento, tiempo, dinero y recursos y donde los resultados superan con creces las predicciones.

MCO significa tratar de una manera estructurada de mejorar cada uno de los aspectos que involucra la CO.

El Mejoramiento de la Confiabilidad Operacional es una ruta flexible y a la medida para compañías que buscan la excelencia empresarial y la gerencia de sus activos físicos.

Es un proceso de mejoramiento continuo basado en hechos, alcanzado por una armonía de implantación de herramientas y técnicas basadas en riesgo. Las compañías que integran herramientas, técnicas y desarrollo organizativo se benefician al obtener decenas de millones de dólares cada año.

Un programa de Confiabilidad Operacional es una mezcla única de soluciones técnicas, pensamiento estructurado, motivación de trabajadores y desarrollo organizacional, todo asegurado por experiencias de primera mano probadas y datos fuertes.

Se podría estar bien ubicado a lo largo del camino de la Confiabilidad Operacional, pero si algunas de las siguientes circunstancias suceden en la empresa, se tiene grandes oportunidades de mejoramiento tangible:

- La dirección de la compañía cambia constantemente, debido a rotación gerencial.
- El enfoque está en costos y no en valores.
- El mantenimiento es considerado "Un mal necesario y costoso".
- Las comunicaciones son demasiadas, muy pocas o sin enfoque.
- No hay un programa de mejoramiento que cubra toda la compañía.
- Se emplearon consultores que crearon un reporte, el cual nadie vio y no se tomaron acciones al respecto.

La confiabilidad Operacional está basada sobre una aproximación de sentido común hacia la eficiencia empresarial. Esta no es una fórmula mágica para triunfar, pero introduce una aproximación sistemática hacia la remoción de las causas de fallas y los actores de mala confiabilidad que afectan los procesos críticos y la rentabilidad total de la empresa.

Es la fuerza de trabajo quien resuelve los problemas y provee la entrada que asegura el éxito. Pero sin el compromiso y la participación decidida de la gerencia, aun su mayor esfuerzo no triunfará. La confiabilidad Operacional asigna un nuevo papel a los gerentes: Crear el ambiente para que los resultados sean obtenidos.

Los resultados pueden ser estruendosos. No solo en términos de productividad y rentabilidad mejorada, sino también en términos de motivación de los grupos, actitudes, seguridad y entendimiento a largo plazo.

5.1.7. Mantenimiento combinado TPM y MCC

El mantenimiento productivo total y el mantenimiento centrado en la confiabilidad son dos excelentes herramientas para resolver problemas de mantenimiento, pero usualmente se cree que usadas en simultáneo crean conflictos organizacionales, situación que no es correcta. De hecho, son diseñadas para resolver diferentes rangos de situaciones en mantenimiento.

El MCC sirve para determinar los requerimientos de mantenimiento para operaciones físicas con su correspondiente contexto operativo y con el TPM se logra que estos requerimientos se difundan como los más efectivos y económicos [22].

La combinación de ambas modalidades de mantenimiento es una sana costumbre que se está incrementando en las fábricas modernas para mejorar las opciones de conservar equipos y funciones. El TPM (mantenimiento productivo total) garantiza ganancias en la productividad, mientras que el MCC enfatiza en el aseguramiento de la máxima confiabilidad de los equipos y no se basa en reparaciones rápidas sino sistémicas. Es una excelente idea mezclar ambas tendencias de mantenimiento pues esto evita crisis y fallas casi totalmente, se incrementa la capacidad de producción, se

desarrolla más el trabajo en equipo, minimiza los costos y se mejoran constantemente los procesos de planta. La relación clave entre TPM y MCC estriba en que sus principios claves de organización y confiabilidad se combinan garantizando una excelente labor y gestión de mantenimiento[23] [24].

5.1.8. Medición de la gestión del mantenimiento

Se hace necesario medir la gestión del mantenimiento, para poder tomar el control y las estrategias adecuadas para su corrección.

Al medir la eficacia se obtiene diferencia entre los objetivos planeados y logrados, son muy útiles cuando se desea que los indicadores registren estas diferencias. Medir la eficiencia permite obtener otros indicadores que controlan los resultados obtenidos frente a los recursos utilizados.

Medir el nivel de efectividad con sus relacionados externos en este caso producción.

La planeación y el control de la gestión de mantenimiento se logran mediante indicadores. Un indicador es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor productivo definido en la empresa, en los procesos o en las personas, que da una idea clara del cliente sobre el servicio prestado de mantenimiento, sirve para controlar mejor la gestión de mantenimiento. Un indicador debe ser: importante, debe ser claro, medible, fácil de obtener, fiable y lo menos subjetivo posible.

Para cada tipo de empresa y cada situación se hace necesario establecer indicadores propios y no seguir modelos importados ni impuestos. El exceso de indicadores o su defecto puede generar distorsiones en el análisis y las estrategias.

Los indicadores que sugieren los autores Navarro, Pastor y Mugaburu son [25]:

Indicadores para la Dirección del Mantenimiento:

Los Indicadores para la Dirección del Mantenimiento dan información sobre las actividades o procesos realizados y hace relación con los servicios prestados y la duración de los mismos; sobre los resultados, que miden el alcance logrado (real) frente al planeado y sobre los recursos.

En resumen tratan de dimensionar el grado de uso de los factores productivos frente a los niveles de satisfacción y logro alcanzado en los servicios prestados al cliente interno o externo, tratándose de aprovisionamiento, operación (producción) o distribución. Algunos de estos indicadores son:

- ✓ Costos del M. Correctivo / Costos del Total del Mantenimiento
- ✓ Costos del M. Preventivo / Costos del Total del Mantenimiento
- ✓ Costo Total del Mantenimiento / Costo Total de Producción
- ✓ Porcentaje de reducción del mantenimiento comparado con periodos anteriores.
- ✓ Costo total de materiales y repuestos usados en correctivo más preventivo.

Indicadores para la Gestión Operativa.

Los indicadores para la Gestión Operativa ofrecen información sobre las actividades o procesos realizados; con esto se procura evaluar las conductas de los tiempos y gastos de los servicios prestados, conocer la dimensión de cumplimiento, mejorar los procedimientos y en general contribuye a mejorar el control y la planeación. La información sobre los resultados se enfoca a controlar la manera de ejecutar (prestar el servicio propio de mantenimiento) y lo planeado; y la información sobre los recursos dan indicaciones sobre la carga de trabajo desarrollada y los recursos utilizados.

- ✓ Número de horas hombre disponibles a utilizar en servicio de mantenimiento.
- ✓ Número de horas realmente usadas en servicios de mantenimiento.
- ✓ Horas de paradas de equipos y su distribución frecuencial por causas.
- ✓ Costo de pérdidas de producción imputables a mantenimiento.

- ✓ Eficiencia de la relación entre horas empleadas en mantenimiento planeado y el total.
- ✓ Horas totales dedicadas a prestar servicios de mantenimiento.

Indicadores Tipo Para Mantenimiento

A modo de ejemplo se caracterizan algunos de ellos:

- ✓ Horas de paro / Horas de producción realizadas.
- ✓ Costos de mantenimiento / Costos de producción.
- ✓ Costos de mantenimiento / Valor activos brutos.
- ✓ Costos de subcontratos / Costos totales de mantenimiento.
- ✓ Personal de mantenimiento / Personal recurso humano total.
- ✓ Técnicos de mantenimiento / Plantilla total de mantenimiento.
- ✓ Costo del mantenimiento preventivo / Costos totales de mantenimiento.
- ✓ Costo de mantenimiento ambiental / Costo total de mantenimiento.
- ✓ Número de accidentes / Número de horas trabajadas
- ✓ Número de jornadas perdidas / Número de jornadas trabajadas.



Ilustración 3 Etapas de la Organización

Como es evidente, debido a la incapacidad para que los equipos e instalaciones se mantengan en buen funcionamiento por sí mismos, debe organizarse un grupo de personas para que se constituya así una “organización de mantenimiento” cuya estructura y funcionamiento tenga sus etapas como se representa en la ilustración 3.

Desde el punto de vista de quien administra el mantenimiento, el objetivo principal es la conservación del SERVICIO. Esto es, la máquina debe recibir un mantenimiento no por ella misma, sino para su conservación y para garantizar que la función que ella realiza dentro del proceso productivo se cumpla a cabalidad y se mantenga la capacidad productiva en el nivel deseado.

Lo anterior se debe basar siempre en el equilibrio de los siguientes factores:

- Minimizar los costos de parada de equipo por daños y reparaciones.
- Maximizar la utilización del capital invertido en instalaciones y equipos, aumentando su vida útil.

- Minimizar los costos de operación y mantenimiento, para aumentar los beneficios de la actividad industrial.

Es también una función del mantenimiento garantizar la seguridad industrial y el control del impacto ambiental.

En la práctica, el alcance del mantenimiento depende del tipo de industria o instalación, así como de la magnitud y desarrollo industrial de la misma. “El proceso de Mantenimiento a través de los años, permitió llegar a la conclusión de que el mantenimiento no es de carácter repetitivo. Resulta relativamente fácil un mantenimiento de rutina o periódico y algunas reparaciones sencillas; pero no las inesperadas, imprevistas accidentales, las debidas a uso y desgaste anormal”[14].

“La orientación de la gestión de mantenimiento hacia clase mundial exige cambiar de actitud y de cultura, requiere que se tenga un alto nivel de prevención y planeación, soportado en un adecuado sistema gerencial informatizado de mantenimiento, orientándose hacia las metas y objetivos fijados previamente y realizando las cosas que haya que hacer en la forma más correcta posible con el mayor grado de profundidad científica. Se debe procurar la minimización de los costos de mantenimiento con la máxima productividad en mantenimiento”[15].

“Los pasos fundamentales para instalar gestiones de mantenimiento de clase mundial son: planeación, prevención, programación, anticipación, fiabilidad, análisis de pérdidas de producción y de repuestos, información técnica y cubrimientos de los turnos de operación; todo esto soportado en una organización adecuada y apoyada por sistemas de información computarizado, con un cambio de actitud y cultura hacia el cliente [16].

5.1.9. PLANTA ELÉCTRICA

La función del generador eléctrico es convertir la potencia mecánica, que recibe como su entrada, en una potencia eléctrica que entrega a la carga en su salida. La máquina que suministra esta potencia mecánica es llamada la máquina motriz, que puede ser un motor Diésel, un motor a gasolina, un motor hidráulico, una turbina a vapor, una rueda Pelton, la fuerza humana. La máquina motriz entrega esta potencia mecánica mediante las RPM a las que gira su eje y mediante el torque en éste.

5.1.10. INSTRUMENTOS DE CAMPO

Para convertir todas estas magnitudes del sistema de respaldo, debemos colocar sensores e instrumentos que nos permitan interpretar toda esta información, ya sea en unos dispositivos de control y medidas o en un equipo de transmisión de datos. De acuerdo al tipo de señales que vamos a evaluar podemos clasificar las variables de la misma manera.[1]

5.1.10.1. Variables Análogas

Para las variables que necesitamos tener la medida en magnitud, es necesario colocar sensores de tipo análogo con salidas de voltaje, corriente, resistivos, etc. Estas variables se monitorean normalmente instrumentando el motor y el generador, para poder llevar señales eléctricas al dispositivo de control y medidas. Las variables análogas más comunes que podemos tener son:

- Temperatura de motor
- Nivel de combustible
- Presión de aceite
- Voltajes de red y de planta

- Voltaje de baterías
- Corrientes de red y planta
- Frecuencia de red y planta
- Velocidad del motor

Cada una de estas variables puede tener una manera distinta de medirse, y para ello tenemos la siguiente variedad de sensores.

Sensores de tipo resistivo: estos sensores son muy comunes a la hora de instrumentar las magnitudes análogas de un motor, como son nivel de combustible, temperaturas y presiones. Estos sensores varían una resistencia de salida, con respecto al negativo del sistema, de acuerdo a la magnitud de la variable que están midiendo. Esta variación puede ser de manera ascendente o descendente y esto depende del fabricante. Los dispositivos de control y medida que manejamos en la organización son capaces de interpretar este tipo de sensores, teniendo en cuenta que se debe programar las curvas de tendencia de cada sensor.[2]

Las curvas de tendencia para este tipo de sensores, son una interpretación gráfica de la forma en que varía la resistencia con respecto a la magnitud de la variable que se está midiendo, por ejemplo:

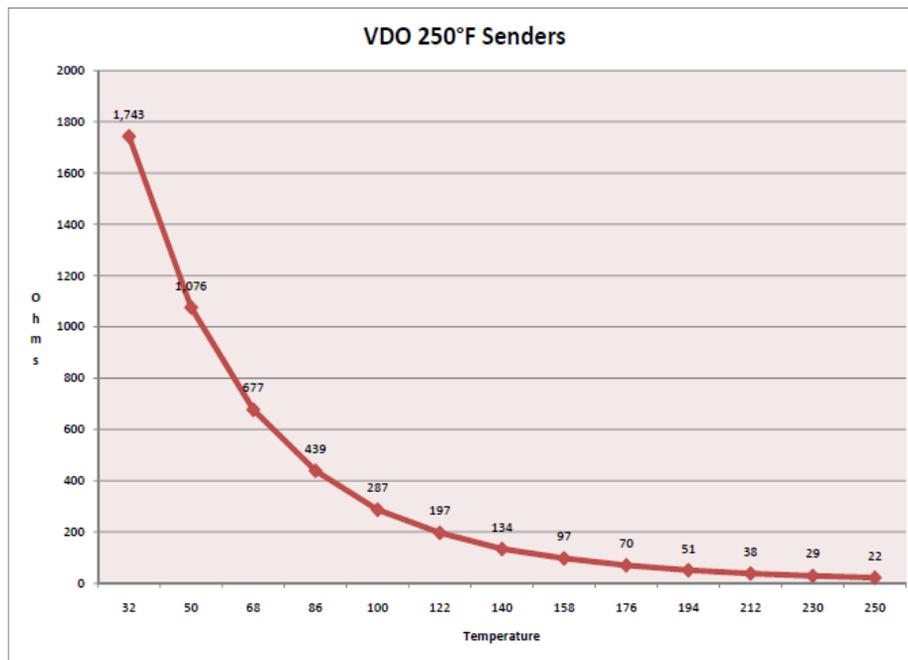


Ilustración 4 Curva característica de un sensor VDO de temperatura

Tomada de:

http://www.vdo.com/generator/www/com/en/vdo/main/products_solutions/cars/replacement_parts/sensors/sensors_for_instrumentation/temperature_senders/temperature_senders_en.html

Curva característica de un sensor VDO de temperatura. Como podemos ver en la gráfica, este sensor posee una tendencia descendente y a medida que la temperatura aumenta, la resistencia de salida se disminuye.

De la misma manera se debe tener en cuenta cada una de las curvas que el fabricante nos ofrece para cada uno de los sensores para programarlos en el dispositivo de control y medida.[3]



Ilustración 5 Sensor de presión de aceite tipo resistivo

Tomada de: <http://www.demon-tweeks.co.uk/motorsport/gauge-sender-units>

Sensores con salida eléctrica: Estos sensores convierten las magnitudes de las variables a medir en señales eléctricas para interpretarlas por parte del dispositivo de control y medida. No son muy comunes en la instrumentación de grupos electrógenos, pero los podemos encontrar en algunas plantas midiendo variables como nivel de combustible, presión y temperatura. Dependiendo el tipo de salida eléctrica estos sensores se pueden dividir en:

a) Señales de corriente: los sensores que envían una señal de corriente a la salida, manejan diferentes rangos, los cuales varían dependiendo los límites de medida de la magnitud de la variable. Podemos encontrar sensores que nos entregan salidas de 4-20mA, 0-20mA y en el caso de los transformadores de corriente 0-5 Amperios.[4][5]

b) Señales de voltaje: Algunos sensores nos envían un diferencial de potencial, que permite la lectura de la magnitud y de igual forma éste voltaje varía de acuerdo a los límites del sensor. Podemos encontrar sensores con variedad de salidas en voltaje,

pero las más conocidas son de 0-5 Vdc y 0-10Vdc, pero podemos tener diferentes sensores con diversas señales eléctricas en voltaje.

La ventaja de este tipo de sensores radica en la visualización de la magnitud que queremos monitorear, pero el costo de ellos es muy alto respecto a los sensores tipo digital.[6]

5.1.10.2. Variables digitales

Para las variables digitales, es necesario utilizar sensores de tipo mecánico, que nos envíen información cuando exista un estado de emergencia en el cuál el dispositivo de control y medidas actúe sobre el grupo electrógeno. Este tipo de sensores por lo general son de tipo mecánico, el cual actúa cuando sobrepasa un límite establecido por el fabricante o en algunos casos por el usuario. Las variables más usuales que se monitorean a través de estos sensores son:

- Temperatura de motor
- Sobre velocidad del motor
- Nivel de combustible
- Presión de aceite
- Nivel de refrigerante
- Alarmas comunes

Como los sensores son de tipo mecánico, la señal podrá tener sólo dos estados: activo o inactivo. Para recopilar cierta información del sistema, es necesario implementar dispositivos que realicen esta misma operación, pero no tendrían la denominación de sensores. Este tipo de dispositivos son contactos que se instalan en elementos del sistema como breakers, contactores, variadores, etc. y son comúnmente llamados

contactos auxiliares que indican el estado en el que se encuentran los elementos a los que están conectados. Las variables que podemos monitorear a través de estos dispositivos son:

- Estado del modo automático
- Estado de posición de transferencia
- Alarmas comunes

Algunas variables como los voltajes AC y frecuencia se deben interpretar a través de los dispositivos de control y medida, los cuales son capaces de tomar estos niveles de tensión, y procesarlos para visualizarlos al usuario. Eso lo podemos observar en los controles que manejamos en nuestros programas de mantenimiento.

5.1.11. DISPOSITIVOS DE CONTROL Y MEDIDAS

Podemos encontrar una gran variedad de dispositivos de control y medida también llamados controles de arranque y parada para grupos electrógenos. Estos controles como ya lo describimos, pueden variar dependiendo el fabricante o el ensamblador del sistema. Es importante resaltar que cada uno de los controles que manejamos nos ofrece protecciones del grupo eléctrico con la capacidad de arrancar y detener el sistema cuando lo desee el usuario o cuando ocurra un evento de falla, lo que nos lleva a enfocarnos en la manera de transmitir las señales instrumentadas en la planta.

5.1.12. CONTROLES ANÁLOGOS

Los controles de tipo análogo que observamos en la etapa M0 no nos ofrecen información suficiente para poder evaluar el comportamiento de nuestro grupo

electrónico. Para resolver este problema, es necesario saber qué variables se pueden monitorear en este tipo de controles.

Es necesario determinar qué instrumentos estableceremos en el monitoreo, para enfocarnos en la transmisión de la información. Las variables que podemos instrumentar serían:

- Baja Presión de aceite (Señal digital)
- Alta temperatura de motor (Señal digital)
- Alarmas comunes (Señales digitales)
- Bajo nivel de refrigerante (Señal digital)
- Estado de breakers (Señales digitales)
- Voltaje de red (Señal análoga)
- Voltaje de planta (Señal análoga)
- Voltaje de batería (Señal análoga)
- Estado de modo automático (Señal digital)
- Bajo nivel de combustible (Señal digital)

Las señales digitales de este tipo de controles por lo general son de tipo digital, debido a que estos controles no reciben señales de tipo análogo para procesarlas y tomar una decisión frente a un valor de alarma. La visualización de estos tableros se realiza a través de indicadores análogos que no poseen ninguna protección. Los instrumentos que tenemos en cuenta en estos dispositivos son a través de sensores mecánicos, que actúan cuando un valor de alarma se activa por una falla, como es el caso de la alta temperatura y de la baja presión de aceite.

Para las señales análogas a monitorear, se deben incluir dispositivos que traduzcan estas señales, para ser interpretadas y enviadas hacia el operador remoto. Debemos

tener en cuenta cuál puede ser la manera más sencilla y económica para incluir estas señales dentro del monitoreo.[7]

NOTA: Es importante resaltar que no todas las plantas eléctricas con control análogo, permiten instrumentar todas las variables mencionadas anteriormente. Para esto se debe tener en cuenta el tipo de sensores a utilizar y la disposición del motor para instrumentarlos.

5.1.13. CONTROL DIGITAL

Los controles digitales que utilizamos, en algunas ocasiones poseen puertos de comunicación o la opción de agregar dispositivos que permitan extraer la información. Estos controles nos pueden brindar gran cantidad de información, pero depende del fabricante y el tipo de control que se tenga.

Por ejemplo Cummins maneja una serie de controles con puerto de comunicaciones con protocolo LonTalk, (protocolo propio de Cummins) pero posee un módulo llamado Modlon, que permite traducir ese lenguaje a un protocolo Modbus RTU que es de más fácil accesibilidad si se quiere comunicar con dispositivos de orden industrial. De la misma manera algunos controles de la marca Cummins están incorporando el protocolo Modbus como medio de comunicación.

Varios de los controles que poseen los grupos electrógenos son de marcas conocidas en el mercado de generación de energía e incluyen en sus dispositivos puertos de comunicación Modbus, como el caso de Deep-Sea, Comap, Murphy, entre otros.[8]

La cantidad de información que podemos extraer de un equipo con puerto de comunicaciones es muy alta y dependiendo del fabricante podemos tener variables como:

- Voltajes de red Planta y Red
- Voltaje de Batería
- Fallas comunes
- Fallas de presión y temperatura
- Lecturas de presión y temperatura
- Fallas de red y planta
- Estado de modo automático
- Factor de potencia
- Corrientes del sistema
- Potencias
- Nivel de combustible

Toda esta información puede ser enviada y procesada utilizando el protocolo más común entre este tipo de controles, el Modbus RTU. Para enviar la información e este protocolo es necesario tener el mapa de registros del control, que es el que nos proporciona la ubicación de la información que necesitamos en nuestro sistema de gestión. Este mapa indica en qué dirección de la memoria se encuentra ubicada una variable, para ser leída remotamente desde un centro de control.[9]

Los controles que no manejen este tipo de protocolo de comunicación es necesario instrumentarlos con las variables más relevantes en nuestro sistema de telemetría.

5.1.14. TRANSMISIÓN DE DATOS

Como hemos observado, los controles para grupos electrógenos, utilizan protocolos de comunicaciones de tipo industrial. De acuerdo a esto buscamos un dispositivo que permita la transmisión de datos a través de protocolo Modbus RTU, con entradas y salidas que puedan servir para manejar señales de alarma adicionales, a las que nos proporcionan los dispositivos de control y medida.[10]

Dentro de la investigación se encontraron diferentes dispositivos que transmitían información de diferente manera, y se encontraron las siguientes opciones:

MOXA: Esta empresa posee una gran variedad de dispositivos de comunicación que permiten la transmisión de datos a través de una red de internet. Los dispositivos manejan el protocolo Ethernet, para enviar cualquier tipo de información a través de una red cableada o vía GPRS, utilizando el aire como medio de transmisión. Los equipos de esta empresa son módems que enlazan dos dispositivos, sin importar el protocolo con el que se comunican dentro del sistema y el direccionamiento de los equipos se realiza a través de IP's fijas en las cuales se encripta la información en protocolo TCP/IP.

En este tipo de comunicación los dispositivos se comunican de manera directa como una red LAN común, lo que varía es el medio de transmisión que utilizan. Los costos de estos dispositivos son altos, pero ofrecen una transmisión de datos muy confiable. [6]



Ilustración 6 Módems de comunicación marca MOXA

Tomado de: http://www.rjconnect.co.za/moxa/industrial_computing_-_wide_temperature.html

WESTERMO: Esta marca provee de la misma manera módems que permiten la comunicación entre varios dispositivos a través de Ethernet o GPRS. Funcionan de manera similar que los equipos de la marca Moxa, con la diferencia en la manera de recibir la información desde el operador remoto. [11]



Ilustración 7 Módems de comunicación marca WESTERMO

Tomado de:

http://www.westermo.de/web/web_de_idc_de.nsf/alldocuments/AB3ABDFBDB2D5F51C12578F500488D5F

EXEMYS: Es una empresa dedicada a realizar equipos para monitoreo y adquisición de datos a nivel industrial, el cual utiliza equipos con protocolo de comunicaciones más comunes. Utiliza la red celular para comunicar los dispositivos a través de GPRS o Ethernet, con un software remoto que permite visualizar los datos enviados por un control o equipos de la misma marca.

Esta tecnología encripta el protocolo industrial Modbus RTU, en un protocolo TCP/IP, para ser enviada por la red celular y comunicar a dispositivos remotos.

Con un software especial convierte el protocolo TCP/IP y lo lleva a un lenguaje Modbus RTU para visualizarlo en cualquier sistema SCADA o HMI.



Ilustración 8 RTU de comunicación marca Exemys

Tomado de: <http://esenco.com.co/products.php>

Los equipos de transmisión de esta empresa poseen una serie de entradas y salidas que permiten monitorear variables adicionales de procesos adyacentes a un sistema en específico. El costo de este tipo de tecnología es económico debido a que utiliza la red de celular GPRS o internet con direcciones dinámicas, lo que permite usar planes tradicionales de transmisión de datos.

5.1.15. MEDIO DE TRANSMISIÓN

Dentro de los medios de transmisión conocidos en el ámbito industrial y teniendo en cuenta las grandes distancias que se debe recorrer, se utilizan las redes de internet

cableado o los medios de transmisión vía GPRS, donde el medio es el aire. Debido a que muchas de las empresas que nosotros le prestamos el servicio de mantenimiento, se encuentran en sitios alejados, y el costo de instalación, la seguridad de las redes de una compañía y los permisos de transmisión, crean obstáculos a la hora de implementar una conexión, se prefiere utilizar la transmisión de datos vía GPRS, aunque en los sitios que se permita el acceso se podrá utilizar la red cableada de internet.

GPRS es una nueva tecnología que comparte el rango de frecuencias de la red GSM utilizando una transmisión de datos por medio de 'paquetes'. La conmutación de paquetes es un procedimiento más adecuado para transmitir datos. En GSM, cuando se realiza una llamada se asigna un canal de comunicación al usuario, que permanecerá asignado aunque no se envíen datos. En GPRS los canales de comunicación se comparten entre los distintos usuarios dinámicamente, de modo que un usuario sólo tiene asignado un canal cuando se está realmente transmitiendo datos. Para utilizar GPRS se precisa un dispositivo que soporte esta tecnología.

Su principal baza radica en la posibilidad de disponer de un terminal permanentemente conectado, tarifando únicamente por el volumen de datos transferidos (enviados y recibidos) y no por el tiempo de conexión lo que mejora la velocidad y eficiencia de la red.

Tradicionalmente la transmisión de datos inalámbrica se ha venido realizando utilizando un canal dedicado GSM a una velocidad máxima de 9.6 Kbps. Con el GPRS no sólo la velocidad de transmisión de datos se ve aumentada hasta un mínimo 40 Kbps y un máximo de 115 Kbps por comunicación, sino que además la tecnología utilizada permite compartir cada canal por varios usuarios, mejorando así la eficiencia en la utilización de los recursos de red.

De acuerdo a la infraestructura y la manera como se envía la información, el sistema GSM no se adaptaba del todo bien a la transmisión de datos. Vamos a ver ahora las características de GPRS:

- Velocidad de transferencia de hasta 144 Kbps.
- Conexión permanente. Tiempo de establecimiento de conexión inferior al segundo.
- Pago por cantidad de información transmitida, no por tiempo de conexión.

5.1.15.1. GPRS

Las ventajas que obtiene un usuario con el sistema GPRS son consecuencia directa de las características vistas en el punto anterior. Característica de "Always connected": un usuario GPRS puede estar conectado todo el tiempo que desee, puesto que no hace uso de recursos de red (y por tanto no paga) mientras no esté recibiendo ni transmitiendo datos.

- Tarificación por volumen de datos transferidos, en lugar de por tiempo. Costeo nulo de establecimiento de conexión a la red GPRS, frente a los quantum de conexiones existentes actualmente en GSM.
- Mayor velocidad de transmisión. En GSM sólo se puede tener un canal asignado (un "timeslot"), sin embargo, en GPRS, se pueden tener varios canales asignados, tanto en el sentido de transmisión del móvil a la estación base como de la estación base al móvil. La velocidad de transmisión aumentará con el número de canales asignados. Además, GPRS permite el uso de esquemas de codificación de datos que permiten una velocidad de transferencia de datos mayor que en GSM.

- Modo de transmisión asimétrico, más adaptado al tipo de tráfico de navegación html o wml (un terminal GPRS 4+1 (4 slots downlink y 1 uplink) tendrá cuatro veces mayor capacidad de transmisión de bajada que de subida).

5.1.15.2. SERVICIOS DEL GPRS

Los servicios que obtendrá un usuario de este sistema serían los equivalentes a tener un PC conectado a Internet, siendo este de tamaño bolsillo.

Acceder en movilidad a Internet y correo electrónico. GPRS permite acceder en movilidad a todas las facilidades de Internet usando el terminal GPRS como módem:

- Acceso a cuentas de correo Internet (lectura y envío de e-mails).
- Aviso de recepción de correo en el móvil.
- Navegación por Internet.
- Desde cualquier PC, asistente personal digital (PDA) o directamente desde el terminal GPRS (si sus características lo permiten).

Para nosotros es de vital importancia mantener siempre conectados nuestros equipos, lo que es una limitante para este medio de transmisión, debido a que dependemos de la cantidad de señal que reciben los dispositivos cuando se encuentran conectados a la red [8]

5.2. ESTADO DEL ARTE

Locales

Albert Orlando Calderón Gaitán, Edward Leonardo Lara Rubio. (Abril 2015)

Diseño del plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología de las 5 m para un sistema de transporte masivo de pasajeros. (Tesis de Grado. Especialización En Gerencia De Mantenimiento) Universidad ECCI.

Recuperado (01-10-2016)

Este trabajo nos orienta al análisis que estructura los cinco pilares fundamentales sobre los cuales gira las posibles causas de los problemas, estos son: Maquina, Método, Mano de obra, Medio ambiente y Materia prima

John Edison Hernández Castro y René Alejandro Manrique. (2010) *Reestructuración del plan de mantenimiento para la flota de vehículos Mercedes Benz existente en la empresa.* (Tesis de Grado. Especialización En Gerencia De Mantenimiento) Universidad ECCI.

Recuperado (02-08-2016)

Sus autores buscaban restaurar y mejorar un plan de mantenimiento ya existente levantando información, analizan, validan y generan un concepto de mejoramiento pero no hacen mucho énfasis en las llantas.

Blake Turner, Oscar López. (2010)

Propuesta de aplicativo para la gestión del mantenimiento de tracto camiones de la empresa entre flores Ltda. (Tesis de Grado. Especialización En Gerencia De Mantenimiento) Universidad ECCI.

Recuperado (05-08-2016)

En esta tesis los autores pretenden diagnosticar procesos y compararlos con un modelo de mantenimiento preventivo basado en la aplicación de indicadores de clase mundial,

diseñaron un software para el manejo de la información generando estrategias para aumentar la disponibilidad.

Leida Milena Lopez y Fidel Alexander Ballesteros. (2010)

Plan de mantenimiento preventivo para la flota de vehículos de la empresa Tracto carga. (Tesis de Grado. Especialización En Gerencia De Mantenimiento) Universidad ECCI.

Recuperado (15-08-2016)

En este proyecto los autores evaluaron el estado actual de la flota de la compañía, donde identificaron problemas, especificaron políticas y metodologías del departamento de mantenimiento.

Amaya Maldonado Ethna Madeleine, Gómez Manrique Luz Marina (2015)

Creación De Plan De Mantenimiento Para Los Activos De La Empresa Jojma S.A.S. Tesis de Grado. Especialización En Gerencia De Mantenimiento) Universidad ECCI.

Recuperado (16-10-2016)

Los autores de este proyecto de grado buscan solucionar el problema que tiene una microempresa que trabaja en transformación de plásticos, el problema es que la microempresa es nueva y no tiene plan de gestión de activos, la solución que ellos ven a la problemática es: La creación de un plan de gestión de activos para la empresa JOJMA inyección SAS, para ayudar a la disponibilidad de los 3 activos de la compañía.

Nacionales

Javier Arias Bermeo (Santiago de Cali 2010) *Diseño, desarrollo e implementación del programa de mantenimiento mecánico para vehículos de la secretaria de tránsito y transporte municipal.* (Tesis de Grado) Universidad Autónoma De Occidente)

Recuperado (01-10-2016)

El proyecto de grado implementado para esta flota de transporte pretende garantizar la buena administración, control y supervisión de todas las actividades de los vehículos, y de algún modo aportándonos técnicas aplicadas al mantenimiento.

<http://red.uao.edu.co:8080/jspui/bitstream/10614/1201/1/TID00339.pdf>

Gustavo Adolfo Zúñiga Bernal, José Joaquín Hernández Viloría (Mayo2002) *Desarrollo de un modelo de organización administrativa del departamento de mantenimiento de plantas de la refinería de Cartagena que permita atender apropiadamente los eventos menores de mantenimiento.*

(Tesis De Grado. Especialización En Gerencia De Mantenimiento)

Universidad Industrial De Santander

Recuperado (01-10-2016)

El objetivo de este proyecto de grado se basa en poner en marcha un sistema de información para el mantenimiento que permita gestionar los procesos diseñados, buscando la mejora en la gestión de los recursos, a través de la reasignación de nuevas responsabilidades para el personal de mantenimiento.

Nelson Francisco Cuevas Lenes, Jesús Arturo Rubio Noel (Mayo de 2002) *Modelo Gerencial De Mantenimiento Para Una Planta De Polipropileno Biorientado* (Tesis de Grado. Especialización En Gerencia De Mantenimiento) Universidad Industrial De Santander

Bucaramanga Santander

Recuperado (01-10-2016)

El autor de este proyecto busca mantener buenas condiciones de seguridad, confiabilidad y disponibilidad de los dispositivos y equipos, trabajando bajo las normas de la organización y la producción, enseñando sólidas técnicas modernas de mantenimiento y su sentido práctico.

Jorge Neira Bejarano, Fernando Alberto Osma Pachón (Marzo-17-2001)

Programa De Organización Y Mantenimiento Del Sistema Eléctrico Para La Ciudadela Comercial Unicentro (Tesis de Grado. Especialistas En Gerencia De Mantenimiento)
Universidad Industrial De Santander U.I.S Bogotá

Recuperado (22-09-2016)

Los ingenieros de este proyecto desarrollaron herramientas de control, monitoreo y organización para el área de mantenimiento, con el objetivo que el centro comercial funcione normalmente, utilizando el método de programación, proyección y presupuesto para de este modo ejecutar un mantenimiento efectivo al sistema eléctrico de la organización.

Francisco De Jesús Blanco Meléndez (2002)

Programa De Mantenimiento Preventivo Para Maquinaria Diésel

(Tesis de Grado. Especialistas En Gerencia De Mantenimiento) Universidad Industrial De Santander

Recuperado (09-10-2016)

El autor de este trabajo tiene como objetivo desarrollar un programa de mantenimiento preventivo, donde aquellos microempresarios que prestan sus servicios alquilando la maquinaria diésel, puedan utilizar este método de mantenimiento en su empresa.

Internacionales

María Carolina Macías Correa (Enero de 2013) *Modelo Para La Optimización Del Mantenimiento En Los Sistemas De Plantas A Diésel Usadas Para La Autogeneración Eléctrica.* (Tesis de Grado, Magister Scientiarum En Gerencia De Mantenimiento)

Universidad del Zulia

Maracaibo Venezuela

Recuperado (02-10-2016)

http://tesis.luz.edu.ve/tde_arquivos/78/TDE-2014-07-01T09:36:10Z-5072/Publico/macias_correa_maria_carolina.pdf

Walter Reynaldo Fabián Grijalva (Octubre de 2003) *Programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble*. (Tesis de Grado, Ingeniería Mecánica) Universidad De San Carlos De Guatemala.

Recuperado (25-09-2016)

El autor de este programa de mantenimiento preventivo se esforzó por proporcionar lineamientos técnicos utilizados en el mantenimiento preventivo, para de este modo reducir costos a la organización y aumentar la producción.

<http://infocafes.com/descargas/biblioteca/87.pdf>

Juna Carlos Calloni (Argentina 2002) *Mantenimiento eléctrico y mecánico para equipos de medianas y pequeñas empresas*. (Libro, FADU – Ciudad Universitaria Pabellón 3 Planta Baja) Buenos Aires Argentina.

Recuperado (25-09-2016)

El autor de este libro ofrece pautas importantes para el mantenimiento eléctrico y mecánico de máquinas de medianas y pequeñas empresas, involucrando también higiene y seguridad industrial, ofreciendo de este modo a sus lectores recomendaciones básicas de seguridad al momento de ejecutar cualquier trabajo de mantenimiento.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=CKnKDTb_AMC&oi=fnd&pg=PA9&dq=mantenimiento+de+plantas+electricas+mantenimiento&ots=XwziUQisLg&sig=NtdldBbqEpsEU3Kh-BuUn8RclO0#v=onepage&q&f=false

J. L. Sánchez Ávila, J. V. García Ruano (Enero-14-2000) *Desarrollo y aplicación del diagnóstico y pronóstico técnico al mantenimiento de los sistemas centralizados de aire acondicionado*. (Tesis de Grado. Facultad de Ingenierías Química y Mecánica) Universidad de Matanzas. Cuba

Recuperado (25-09-2016)

Los autores de este proyecto se enfocan en el mayor problema que afronta el Hotel LTI Bella Costa en ese momento, con el mantenimiento de los sistemas centralizados de aire acondicionado, permitiendo con este método disminuir costos, aumentar la calidad y dar credibilidad a mantenimiento.

file:///C:/Users/CAROLINA/Downloads/331-679-1-PB.pdf

Alberto J. Hung C. (Diciembre 2008) *Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta.* (Trabajo Implementado en la Planta de Energía Oscar Augusto Machado).

Caracas Venezuela.

Recuperado (25-09-2016)

El autor de este trabajo enfatiza en una de las industrias más complejas al momento de ejecutar mantenimiento, porque son empresas que trabajan los 365 días del años las 24 horas del día, de tal modo no se habla de paradas programadas. Para este tipo de industria existe el mantenimiento llamado (RCM) Mantenimiento Centrado en Confiabilidad el cual es el que se ejecuta en esta empresa.

<http://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/article/viewFile/35/34>

5.3. MARCO NORMATIVO

Para instalaciones eléctricas se debe seguir las normas como el RETIE DEL AÑO 2013 (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), su origen no obedece a argumentos técnicos propiamente como lo son las normas, sino a la necesidad de adoptar una reglamentación que permita establecer los requerimientos que deben satisfacer las instalaciones, equipos y demás elementos que se utilizan en el país para cumplir con los estándares internacionales en esta materia y así enmarcarse dentro de los requerimientos planteados por el nuevo orden en el comercio mundial, NTC 2050 (Código Eléctrico Colombiano). Considerando lo anterior y teniendo en cuenta que

todas las empresas se ven afectadas por factores internos y externos que influyen directamente en su funcionamiento. Actualmente las compañías deben ser eficientes y eficaces en un mercado competitivo y globalizado.

6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el proyecto propone, un tipo de investigación “Estudio de caso”, en la cual se analizara el monitoreo satelital de plantas eléctricas enfocados a mantenimiento preventivo.

Tabla 2 Tipo de Investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
• Histórica	La propuesta analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente teniendo en cuenta los avances tecnológicos.
• Documental	Existen teorías objeto de estudio sobre los monitoreos por que el mismo es aplicado en el sector automotriz.
• Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población, de elementos monitoreables en una planta eléctrica.
• Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población de plantas eléctricas a monitorear.
• Explicativa	Da razones del porqué de las variables a monitorear en una planta eléctrica.
• Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un monitoreo para planta eléctricas.
• Seccional	Recoge información de las variables monitoreadas en las plantas eléctricas.
	No se realizara la comparación datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios. Esta propuesta no analiza el efecto producido por la acción o manipulación

<ul style="list-style-type: none">• Longitudinal • Experimental	de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.
--	--

(Tomado de la guía anteproyecto ECCI)

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se llevara a cabo la recolección de la información, a través de datos estadísticos, tomando como base encuestas realizadas a administradores, jefes de mantenimiento y personal encargado de plantas eléctricas, usando como referencia las emergencias que se le presenten (paradas inesperadas) de los equipos, adicionalmente, se alimentara una base de datos, para iniciar con el control de la información, y poder dar prioridad a las fallas más comunes y representativas.

ENCUESTAS DE FALLAS DE PLANTAS ELÉCTRICAS	
EMPRESA	_____
SEDE	_____
¿DE LAS SIGUIENTES FALLAS CUAL ES LA MAS FRECUENTE EN SU PLANTA ELÉCTRICA EN CADA MES DEL AÑO 2016?	
ENERO	
BAJO VOLTAJE DE BATERÍA	ALTA TEMPERATURA
BAJA TEMPERATURA (PRECALENTADOR)	BAJO NIVEL DE REFRIGERANTE
BAJA FRECUENCIA	PLANTA EN MODO MANUAL
BAJA PRESIÓN DE ACEITE	PARO DE EMERGENCIA
FEBRERO	
BAJO VOLTAJE DE BATERÍA	ALTA TEMPERATURA

BAJA TEMPERATURA (PRECALENTADOR)	BAJO NIVEL DE REFRIGERANTE
BAJA FRECUENCIA	PLANTA EN MODO MANUAL
BAJA PRESIÓN DE ACEITE	PARO DE EMERGENCIA
MARZO	
BAJO VOLTAJE DE BATERÍA	ALTA TEMPERATURA
BAJA TEMPERATURA (PRECALENTADOR)	BAJO NIVEL DE REFRIGERANTE
BAJA FRECUENCIA	PLANTA EN MODO MANUAL
BAJA PRESIÓN DE ACEITE	PARO DE EMERGENCIA
ABRIL	
BAJO VOLTAJE DE BATERÍA	ALTA TEMPERATURA
BAJA TEMPERATURA (PRECALENTADOR)	BAJO NIVEL DE REFRIGERANTE
BAJA FRECUENCIA	PLANTA EN MODO MANUAL
BAJA PRESIÓN DE ACEITE	PARO DE EMERGENCIA
MAYO	
BAJO VOLTAJE DE BATERÍA	ALTA TEMPERATURA
BAJA TEMPERATURA (PRECALENTADOR)	BAJO NIVEL DE REFRIGERANTE
BAJA FRECUENCIA	PLANTA EN MODO MANUAL
BAJA PRESIÓN DE ACEITE	PARO DE EMERGENCIA
JUNIO	
BAJO VOLTAJE DE BATERÍA	ALTA TEMPERATURA
BAJA TEMPERATURA (PRECALENTADOR)	BAJO NIVEL DE REFRIGERANTE
BAJA FRECUENCIA	PLANTA EN MODO MANUAL
BAJA PRESIÓN DE ACEITE	PARO DE EMERGENCIA
JULIO	
BAJO VOLTAJE DE BATERÍA	ALTA TEMPERATURA

BAJA TEMPERATURA (PRECALENTADOR)	BAJO NIVEL DE REFRIGERANTE
BAJA FRECUENCIA	PLANTA EN MODO MANUAL
BAJA PRESIÓN DE ACEITE	PARO DE EMERGENCIA

Ilustración 9 Encuesta de fallas de Plantas Eléctricas

7.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se crearan indicadores de falla, con los cuales se busca controlar y dar prioridad a los eventos inesperados, buscando la representación gráfica del estado actual de los equipos, evidenciando los sistemas que estarían dentro de las prioridades del plan de mantenimiento programado para las plantas.

A continuación los resultados de la encuesta con la cual se logra recopilar la siguiente información:

Tabla 3 Resultados de encuestas

MES	No.	Día	RAZÓN SOCIAL	SEDE	BAJO VOLTAJE DE BATERÍA	BAJA TEMPERATURA (PRECALENTADOR)	ALTA TEMP.	BAJA FRECUENCIA	BAJA PRESIÓN DE ACEITE	BAJO NIVEL DE REFRIGERANTE	PLANTA EN MODO MANUAL	PARO DE EMERGENCIA
ENE	1	19	BANCO COLPATRIA MULTIBANCA COLPATRIA SA	BANCO COLPATRIA MULTIBANCA COLPATRIA SA	X							
ENE	1	19	BANCO COLPATRIA MULTIBANCA COLPATRIA SA	BANCO COLPATRIA MULTIBANCA COLPATRIA SA	X							
ENE	1	5	BANCO DE BOGOTA	OF 314 FLORIDA	X							
ENE	1	13	BANCO DE BOGOTA	OF 582 CENTRO DE PAGOS					X			
ENE	1	13	BANCO DE BOGOTA	OF 852 VILLA JULIA	X							
ENE	1	15	BANCO DE BOGOTA	KENNEDY		X						
ENE	1	20	BANCO DE BOGOTA	OF CENTRO DE PAGOS VILLAVO	X							
ENE	1	22	BANCO DE BOGOTA	TEMPLETE OF 495	X							
ENE	1	22	BANCO DE BOGOTA	BODEGAS MONTEVIDEO	X							
ENE	1	29	BANCO DE BOGOTA	OF 469 PIEDECUESTA	X							
ENE	1	12	BANCO POPULAR	OF CHAPINERO	X							
ENE	1	29	BANCO POPULAR	7 DE AGOSTO	X							
ENE	1	6	CENTRO COMERCIAL SANTAFÉ PH	VTA 28 - G5 SERIE: 25303895		X						
ENE	1	11	CENTRO COMERCIAL SANTAFÉ PH	SUBESTACIÓN 3 PLANTA 1	X							

ENE	1	13	CINE COLOMBIA	CINE COLOMBIA							X		
ENE	1	13	COMPENSAR	CONSORCIO CALLE 73	X								
ENE	1	21	COMPENSAR	CONSORCIO CALLE 73	X								
ENE	1	14	COOTRAPELDAR	COOTRAPELDAR	X								
ENE	1	8	DATA TOOLS S.A	AMÉRICAS				X					
ENE	1	6	EDIFICIO FUTURA-PROPIEDAD HORIZONTAL	EDIFICIO FUTURA			X						
ENE	1	27	EDIFICIO FUTURA-PROPIEDAD HORIZONTAL	EDIFICIO FUTURA-PROPIEDAD HORIZONTAL			X						
ENE	1	27	EDIFICIO FUTURA-PROPIEDAD HORIZONTAL	EDIFICIO FUTURA-PROPIEDAD HORIZONTAL			X						
ENE	1	5	GAS NATURAL S A E S P	CHAPINERO								X	
ENE	1	22	GAS NATURAL S A E S P	TÉCNICA MONTEVIDEO	X								
ENE	1	26	GAS NATURAL S A E S P	CALLE 13 FUNZA			X						
ENE	1	14	HOTELES ESTELAR	HOTEL INTERCONTINENTAL CALI	X								
ENE	1	22	HOTELES ESTELAR	LA FERIA	X								

ENE	1	13	LA RECETTA SOLUCIONES GASTRONÓMICAS INTEGRADAS SA	LA RECETTA SIBERIA							X		
ENE	1	6	OLD MUTUAL ADMINISTRADORA DE FONDOS DE PENSIONES Y CESANTÍAS SA	OLD MUTUAL ADMINISTRADORA DE FONDOS DE PENSIONES Y CESANTÍAS SA	X								
ENE	1	28	ORGANIZACIÓN TERPEL S A	EDS. LA FORTUNA	X								
ENE	1	30	PROMOTORA DE PROYECTOS SOSTENIBLES SAS	CONECTA G5	X								
ENE	1	13	SODIMAC COLOMBIA S A	HOMECENTER CÚCUTA		X							
ENE	1	19	WINNER GROUP S A	CARIBE PLAZA	X								
ENE	1	22	WINNER GROUP S A	HOLLYWOOD REAL	X								
FEB	2	12	BANCO COLPATRIA MULTIBANCA COLPATRIA SA	BANCO COLPATRIA MULTIBANCA COLPATRIA SA	X								
FEB	2	12	BANCO COLPATRIA RED MULTIBANCA COLPATRIA SA	TORRE COLPATRIA N 2	X								
FEB	2	3	BANCO DE BOGOTA	OF 427 AV. ROOSVELT	X								
FEB	2	3	BANCO DE BOGOTA	OF 081 SIETE DE AGOSTO	X								

FEB	2	8	BANCO DE BOGOTA	TEMPLETE OF 495	X								
FEB	2	9	BANCO DE BOGOTA	CENTRO DE PAGOS	X								
FEB	2	10	BANCO DE BOGOTA	VILLA JULIA	X								
FEB	2	17	BANCO DE BOGOTA	OF 612 TULUA	X								
FEB	2	23	BANCO DE BOGOTA	OF 427 ROOSVELT	X								
FEB	2	26	BANCO DE BOGOTA	DIRECCIÓN GENERAL GEN 2	X								
FEB	2	26	BANCO DE BOGOTA	DIRECCIÓN GENERAL GEN 2	X								
FEB	2	26	BANCO DE BOGOTA	DIRECCIÓN GENERAL GEN 1	X								
FEB	2	26	BANCO DE BOGOTA	DIRECCIÓN GENERAL GEN 1	X								
FEB	2	8	BANCO POPULAR	OF GALERÍAS 160	X								
FEB	2	18	CENTRO LOGISTICO DE OCCIDENTE - PROPIEDAD HORIZONTAL	CENTRO LOGISTICO DE OCCIDENTE - PROPIEDAD HORIZONTAL	X								
FEB	2	1	CHEVRON	CHEVRON							X		
FEB	2	13	COMPANIA DE CONSTRUCTORES ASOCIADOS S.A	TUGO SAS - TIENDA CALI NORTE SEREI: 84179149	X								
FEB	2	15	EDIFICIO PROYECTO PARQUE 86	EDIFICIO PROYECTO PARQUE 86	X								
FEB	2	25	EDIFICIO RENACER	EDIFICIO RENACER	X								

FEB	2	2	UNICENTRO DE OCCIDENTE	GEN 2						X			
FEB	2	9	WINNER GROUP S A	VILLAVICENCIO	X								
FEB	2	18	YANBAL DE COLOMBIA S A	YANBAL TENJO		X							
FEB	2	19	YANBAL DE COLOMBIA S A	YANBAL BODEGA BAVARIA	X								
MAR	3	3	BANCO DE BOGOTA	OF 110 FLORIDA - VALLE		X							
MAR	3	4	BANCO DE BOGOTA	CENTRO DE COMPUTO		X							
MAR	3	4	BANCO DE BOGOTA	CENTRO DE COMPUTO		X							
MAR	3	7	BANCO DE BOGOTA	OF 024 ALAMOS	X								
MAR	3	8	BANCO DE BOGOTA	OF 855 RIO BRAVO	X								
MAR	3	9	BANCO DE BOGOTA	OF 028 CLL3 13 CRA 30	X								
MAR	3	9	BANCO DE BOGOTA	OF 037 CRA 47	X								
MAR	3	9	BANCO DE BOGOTA	OF 037 CRA 47	X								
MAR	3	15	BANCO DE BOGOTA	OF FLORIDA	X								
MAR	3	18	BANCO DE BOGOTA	OF 028 CLL3 13 CRA 30	X								
MAR	3	18	BANCO DE BOGOTA	OF 028 CLL3 13 CRA 30	X								
MAR	3	23	BANCO DE BOGOTA	OFI 646 CENTRAL	X								
MAR	3	11	CENTRO COMERCIAL TINTAL PLAZA	CENTRO COMERCIAL TINTAL PLAZA		X							

MAR	3	12	CONJUNTO RESIDENCIAL ENTRECEDROS II ETAPA 1 Y ETAPA 2	CONJUNTO RESIDENCIAL ENTRECEDROS II ETAPA 1 Y ETAPA 2						X		
MAR	3	29	DELIPAVO	DELIPAVO	X							
MAR	3	22	DESARROLLADORA DE ZONAS FRANCAS	PLANTA 1 BUS 1	X							
MAR	3	22	DESARROLLADORA DE ZONAS FRANCAS	PLANTA 1 BUS 1	X							
MAR	3	22	DESARROLLADORA DE ZONAS FRANCAS	PLANTA 2 BUS 1	X							
MAR	3	22	DESARROLLADORA DE ZONAS FRANCAS	PLANTA 2 BUS 1	X							
MAR	3	22	DESARROLLADORA DE ZONAS FRANCAS	PLANTA 1 BUS 2	X							
MAR	3	22	DESARROLLADORA DE ZONAS FRANCAS	PLANTA 1 BUS 2	X							
MAR	3	22	DESARROLLADORA DE ZONAS FRANCAS	PLANTA 2 BUS 2	X							
MAR	3	22	DESARROLLADORA DE ZONAS FRANCAS	PLANTA 2 BUS 2	X							
MAR	3	22	DESARROLLADORA DE ZONAS FRANCAS	PLANTA 4 BUS 2	X							
MAR	3	22	DESARROLLADORA DE ZONAS FRANCAS	PLANTA 4 BUS 2	X							

MAR	3	18	HOSPITAL DE SAN JOSE	HOSPITAL DE SAN JOSE	X								
MAR	3	18	HOSPITAL DE SAN JOSE	HOSPITAL DE SAN JOSE	X								
MAR	3	29	HUTSMAN	HUTSMAN	X								
MAR	3	18	IRON MOUNTAIN COLOMBIA SAS	CALLE 21		X							
MAR	3	13	OPAIN	PLANTA TC 2	X								
MAR	3	10	ORGANIZACIÓN TERPEL S A	EDS. MANCILLA		X							
MAR	3	15	ORGANIZACIÓN TERPEL S A	PLANTA BUGA		X							
MAR	3	22	PARQUE EMPRESARIAL TECNOLÓGICO	PARQUE EMPRESARIAL TECNOLÓGICO	X								
MAR	3	22	PARQUE EMPRESARIAL TECNOLÓGICO	PARQUE EMPRESARIAL TECNOLÓGICO	X								
MAR	3	15	PATRIMONIOS AUTÓNOMOS FIDUCIARIA BANCOLOMBIA SA	PATRIMONIOS AUTÓNOMOS FIDUCIARIA BANCOLOMBIA SA	X								
MAR	3	16	PEPSICO ALIMENTOS COLOMBIA LTDA	FRITOLAY MONTEVIDEO	X								
MAR	3	17	PEPSICO ALIMENTOS COLOMBIA LTDA	FRITOLAY MADELENA	X								

MAR	3	30	PEPSICO ALIMENTOS COLOMBIA LTDA	FRITOLAY CÚCUTA	X								
MAR	3	7	PROVEEDOR Y SERCARGA SA	ALDIA LOGISTICA	X								
MAR	3	7	PROVEEDOR Y SERCARGA SA	ALDIA LOGISTICA	X								
MAR	3	11	ZAFFIRO SA	TORRE KRYSTAL PLANTA 2 (POSTVENTA) SERIE: 85000359				X					
ABR	4	8	BANCO COLPATRIA MULTIBANCA COLPATRIA SA	CALLE 93		X							
ABR	4	13	BANCO COLPATRIA MULTIBANCA COLPATRIA SA	CALLE 13		X							
ABR	4	28	BANCO COLPATRIA RED MULTIBANCA COLPATRIA SA	CALLE 13		X							
ABR	4	28	BANCO COLPATRIA RED MULTIBANCA COLPATRIA SA	CALLE 13		X							
ABR	4	8	BANCO DE BOGOTA	OF CENTRO DE PAGOS RESTREPO		X							
ABR	4	12	BANCO DE BOGOTA	OF 331 UNIDAD DE LIBRANZAS	X								
ABR	4	12	BANCO DE BOGOTA	OF CENTRO DE PAGOS CORFERIAS					X				

ABR	4	18	BANCO DE BOGOTA	OF 189 STA BEATRIZ DE UNICENTRO	X							
ABR	4	8	BANCO POPULAR	OF DUITAMA	X							
ABR	4	15	BANCO POPULAR	OF 569 LA FLORESTA	X							
ABR	4	18	CENTRO COMERCIAL DIVER EXPRESS ETAPA 3 PROPIEDAD HORIZONTAL	GENERADOR 2 CANCHAS				X				
ABR	4	6	COMPENSAR	FONTIBÓN SERIE : 30572635	X							
ABR	4	12	CONJUNTO RESIDENCIAL VERSALLES RESERVADO	CONJUNTO RESIDENCIAL VERSALLES RESERVADO			X					
ABR	4	19	CUMMINS DE LOS ANDES SA	SEDE NORTE			X					
ABR	4	26	DESARROLLADORA FONTANAR	PLANTA 3	X							
ABR	4	13	DIFICIO INTERNATIONAL TOWER PROPIEDAD HORIZONTAL	DIFICIO INTERNATIONAL TOWER PROPIEDAD HORIZONTAL			X					
ABR	4	29	EDIFICIO FIJAR CENTRO 93	EDIFICIO FIJAR CENTRO 93				X				
ABR	4	7	EDIFICIO ROSALES 78	EDIFICIO ROSALES 78						X		
ABR	4	18	FIDUC DE OCCIDENTE S A FIDEICOMISO 3 034 COVIANDES	GAO 4 - COVIANDES SECTOR 2 SET 5 SERIE: 85001071						X		

ABR	4	16	GAS NATURAL S A E S P	CALIMA		X						
ABR	4	27	GENERAL MOTORS COLMOTORES SA	CUMMINS KTA 33122789		X						
ABR	4	27	GENERAL MOTORS COLMOTORES SA	CUMMINS KTA 33122789		X						
ABR	4	27	GENERAL MOTORS COLMOTORES SA	CUMMINS KTA 33122654		X						
ABR	4	27	GENERAL MOTORS COLMOTORES SA	CUMMINS KTA 33122654		X						
ABR	4	10	HUNTSMAN COLOMBIA LTDA	HUNTSMAN COLOMBIA LTDA	X							
ABR	4	10	HUNTSMAN COLOMBIA LTDA	HUNTSMAN COLOMBIA LTDA	X							
ABR	4	20	MENSULA S.A	FLAMINGO BUCARAMANGA	X							
ABR	4	12	NESTLE PURINA PET CARE DE COLOMBIA S A	NESTLE PURINA PET CARE DE COLOMBIA S A	X							
ABR	4	12	NESTLE PURINA PET CARE DE COLOMBIA S A	NESTLE PURINA PET CARE DE COLOMBIA S A	X							
ABR	4	13	ORANGE BUSINESS SERVICES COLOMBIA S A	ORANGE BUSINESS SERVICES COLOMBIA S A	X							

ABR	4	2	ORGANIZACIÓN TEREL SA	EDS. CAÑAVERAL BCMG	X								
ABR	4	7	ORGANIZACIÓN TEREL SA	EDS. LAS VEGAS	X								
ABR	4	13	ORGANIZACIÓN TEREL SA	EDS. LAS VEGAS	X								
ABR	4	20	ORGANIZACIÓN TEREL SA	EDS. EL BUENO	X								
ABR	4	2	ORGANIZACIÓN TERPEL SA	EDS. CANAVERAL BCMG	X								
ABR	4	20	ORGANIZACIÓN TERPEL SA	EDS. EL LIMONAR					X				
ABR	4	2	PEPSICO ALIMENTOS COLOMBIA LTDA	PINCK CENTER	X								
ABR	4	25	WINNER GROUP SA	HAVANNA CENTRO	X								
ABR	4	26	WINNER GROUP SA	CASINO RIO				X					
MAY	5	3	AEROVIAS DEL CONTINENTE AMERICANO S A AVIANCA	AVIANCA	X								
MAY	5	16	BANCO DE BOGOTA	OF 083 AV. CIUDAD DE QUITO				X					
MAY	5	16	BANCO DE BOGOTA	OF 083 AV. CIUDAD DE QUITO				X					
MAY	5	20	BANCO DE BOGOTA	OF 022 VENECIA				X					
MAY	5	26	BANCO DE BOGOTA	OF 776 BANCA EMPRESARIAL	X								
MAY	5	27	BANCO DE BOGOTA	OF 795 SANTA CRUZ COTA	X								

MAY	5	4	BANCO POPULAR	OF 413 GRANADA					X			
MAY	5	19	COMPañIA COLOMBIANA DE CERAMICA SAS	COLCERAMICAS MADRID	X							
MAY	5	6	COMWARE S A	CRA 13 CON 97		X						
MAY	5	4	CONJUNTO RESIDENCIAL ABADIA DEL BOSQUE	CONJUNTO RESIDENCIAL ABADIA DEL BOSQUE	X							
MAY	5	4	CONJUNTO RESIDENCIAL ABADIA DEL BOSQUE	CONJUNTO RESIDENCIAL ABADIA DEL BOSQUE	X							
MAY	5	17	EDIFICIO BALCONY 92	EDIFICIO BALCONY 92	X							
MAY	5	27	EDIFICIO FASCIA	EDIFICIO FASCIA	X							
MAY	5	3	EDIFICIO SAINT MICHEL	EDIFICIO SAINT MICHEL	X							
MAY	5	3	EDIFICIO SAINT MICHEL	EDIFICIO SAINT MICHEL	X							
MAY	5	14	EDIFICIO VISTA DE AMÉRICO	EDIFICIO VISTA DE AMÉRICO		X						
MAY	5	23	EL DORADO INVESTMENTS SUCURSAL COLOMBIANA	HOTEL ALOFT	X							
MAY	5	23	EL DORADO INVESTMENTS SUCURSAL COLOMBIANA	HOTEL ALOFT	X							

MAY	5	26	ELITE FLOWER FARMERS S.A.S.	FANTASY				X					
MAY	5	6	FIDUC DE OCCIDENTE S A FIDEICOMISO 3 034 COVIANDES	COVIANDES BOQUERÓN GENERADOR 1		X							
MAY	5	23	LABORATORIO BUSSIE SA	LABORATORIO BUSSIE SA	X								
MAY	5	23	LABORATORIO BUSSIE SA	LABORATORIO BUSSIE SA	X								
MAY	5	19	LADRILLERA SANTA FE SA	SOACHA GEN 1		X							
MAY	5	19	LADRILLERA SANTA FE SA	SOACHA GEN 1		X							
MAY	5	19	LADRILLERA SANTA FE SA	SOACHA GEN 2		X							
MAY	5	19	LADRILLERA SANTA FE SA	SOACHA GEN 2		X							
MAY	5	27	ORANGE BUSINESS SERVICES COLOMBIA S A	SITTA CALI	X								
MAY	5	27	ORANGE BUSINESS SERVICES COLOMBIA S A	SITTA CALI	X								
MAY	5	9	PATRIMONIOS AUTÓNOMOS FIDUCIARIA BANCOLOMBIA SA	TERMINAL DE CARGA 2	X								

MAY	5	18	PATRIMONIOS AUTÓNOMOS FIDUCIARIA BANCOLOMBIA SA	TERMINAL DE CARGA CAT ZAP00702	X								
MAY	5	18	PATRIMONIOS AUTÓNOMOS FIDUCIARIA BANCOLOMBIA SA	TERMINAL DE CARGA CAT ZAP00702	X								
MAY	5	26	SNF SAS	FLORES SANTA ANA		X							
MAY	5	24	SODEXO SA	IBM CALLE 100	X								
MAY	5	14	STANZIA 93 SAS	STANZIA 93 SAS	X								
JUN	6	10	ALIANZA COLOMBO FRANCESA	CEDRITOS	X								
JUN	6	14	ALIANZA COLOMBO FRANCESA	SEDE CEDRITOS	X								
JUN	6	14	ALIANZA COLOMBO FRANCESA	SEDE CEDRITOS	X								
JUN	6	30	ALTOS DE CHICO I	30236045	X								
JUN	6	1	BANCO DE BOGOTA	OF AV. SEXTA CALI			X						
JUN	6	1	BANCO DE BOGOTA	OF 993 VILLANUEVA	X								
JUN	6	2	BANCO DE BOGOTA	OF 795 SANTA CRUZ COTA	X								
JUN	6	7	BANCO DE BOGOTA	OF CALL CENTER		X							
JUN	6	7	BANCO DE BOGOTA	OF CALL CENTER		X							

JUN	6	7	BANCO DE BOGOTA	OF 092 FONTIBÓN		X						
JUN	6	7	BANCO DE BOGOTA	OF 092 FONTIBÓN		X						
JUN	6	15	BANCO DE BOGOTA	OF CANAGUARIOS	X							
JUN	6	16	BANCO DE BOGOTA	OF CIUDAD MONTES			X					
JUN	6	16	BANCO POPULAR	OF YOPAL	X							
JUN	6	1	CENTRO COMERCIAL UNICENTRO DE OCCIDENTE PH	GENERADOR 2	X							
JUN	6	1	CENTRO COMERCIAL UNICENTRO DE OCCIDENTE PH	GENERADOR 2	X							
JUN	6	1	CENTRO COMERCIAL UNICENTRO DE OCCIDENTE PH	GENERADOR 1	X							
JUN	6	1	CENTRO COMERCIAL UNICENTRO DE OCCIDENTE PH	GENERADOR 1	X							
JUN	6	1	CENTRO COMERCIAL UNICENTRO DE OCCIDENTE PH	GENERADOR 3	X							
JUN	6	1	CENTRO COMERCIAL UNICENTRO DE OCCIDENTE PH	GENERADOR 3	X							
JUN	6	10	CENTRO EMPRESARIAL 156	CENTRO EMPRESARIAL 156	X							

JUN	6	10	CENTRO EMPRESARIAL 156	CENTRO EMPRESARIAL 156	X								
JUN	6	15	COMPENSAR	SEDE CAJICA	X								
JUN	6	30	COMPENSAR	30694620	X								
JUN	6	17	CONJUNTO RESIDENCIAL OIKOS DE LA COLINA	CONJUNTO RESIDENCIAL OIKOS DE LA COLINA		X							
JUN	6	2	CONSTRUCTORA CENTRAL SA	CONSTRUCTORA CENTRAL SA	X								
JUN	6	17	EDIFICIO NORTH POINT TORRE 3 PROP HORIZONTAL	GENERADOR 3	X								
JUN	6	17	EDIFICIO NORTH POINT TORRE 3 PROP HORIZONTAL	GENERADOR 3	X								
JUN	6	17	EDIFICIO NORTH POINT TORRE 3 PROP HORIZONTAL	GENERADOR 3	X								
JUN	6	11	EDIFICIO TORRE REM	EDIFICIO TORRE REM	X								
JUN	6	11	EDIFICIO TORRE REM	EDIFICIO TORRE REM	X								
JUN	6	18	FONDO DE INVERSIÓN COLECTIVA INMOBILIARIO INMÓVIL	FONDO DE INVERSIÓN COLECTIVA INMOBILIARIO INMÓVIL	X								
JUN	6	18	FONDO DE INVERSIÓN COLECTIVA INMOBILIARIO INMÓVIL	FONDO DE INVERSIÓN COLECTIVA INMOBILIARIO INMÓVIL	X								

JUN	6	18	FONDO DE INVERSIÓN COLECTIVA INMOBILIARIO INMÓVIL	FONDO DE INVERSIÓN COLECTIVA INMOBILIARIO INMÓVIL	X								
JUN	6	20	INSTITUTO DE REFERENCIA ANDINO	INSTITUTO DE REFERENCIA ANDINO	X								
JUN	6	11	LA RECETTA SOLUCIONES GASTRONÓMICAS INTEGRADAS SAS	LA RECETTA SOLUCIONES GASTRONÓMICAS INTEGRADAS SAS		X							
JUN	6	1	MAX MUEBLES Y DISEÑO SA	MAX MUEBLES Y DISEÑO SA	X								
JUN	6	16	ORGANIZACIÓN TERPEL SA	EDS. FRONTERAS DEL LLANO	X								
JUN	6	7	SNF SAS	FLORES SANTA ANA		X							
JUN	6	14	STANZIA 93 SAS	STANZIA 93 GENERADOR 2 SERIE: 36216606	X								
JUN	6	14	STANZIA 93 SAS	STANZIA 93 GENERADOR 2 SERIE: 36216606	X								
JUN	6	10	WINNER GROUP S A	HOLLYWOOD BOGOTÁ	X								
JUL	7	7	BANCO DE BOGOTA	21723738	X								
JUL	7	8	BANCO DE BOGOTA	VILLETA OFC. 231	X								
JUL	7	10	BANCO DE BOGOTA	3408	X								
JUL	7	12	BANCO DE BOGOTA	80127098	X								

De las fallas más comunes encuestadas se encuentra la siguiente información:

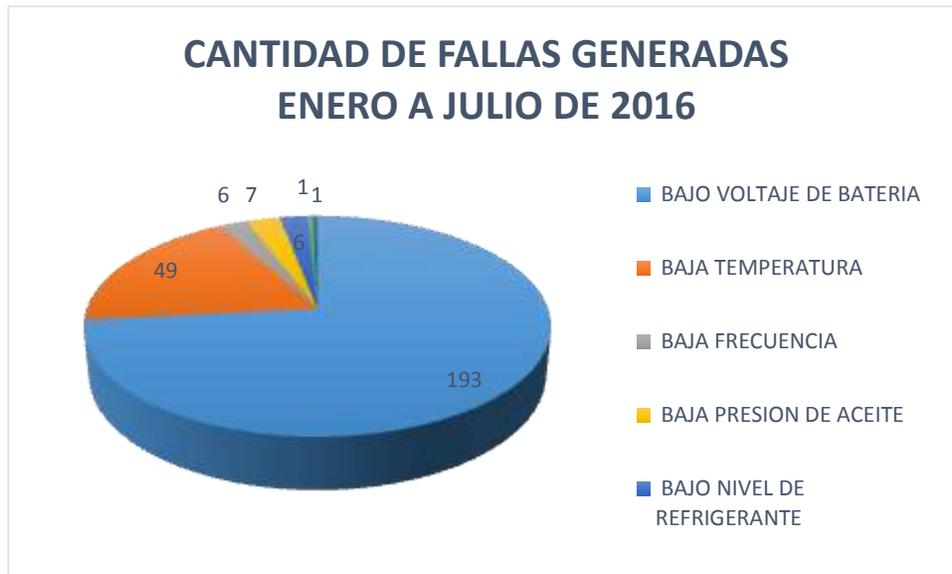


Ilustración 10 Cantidad de Fallas Generadas

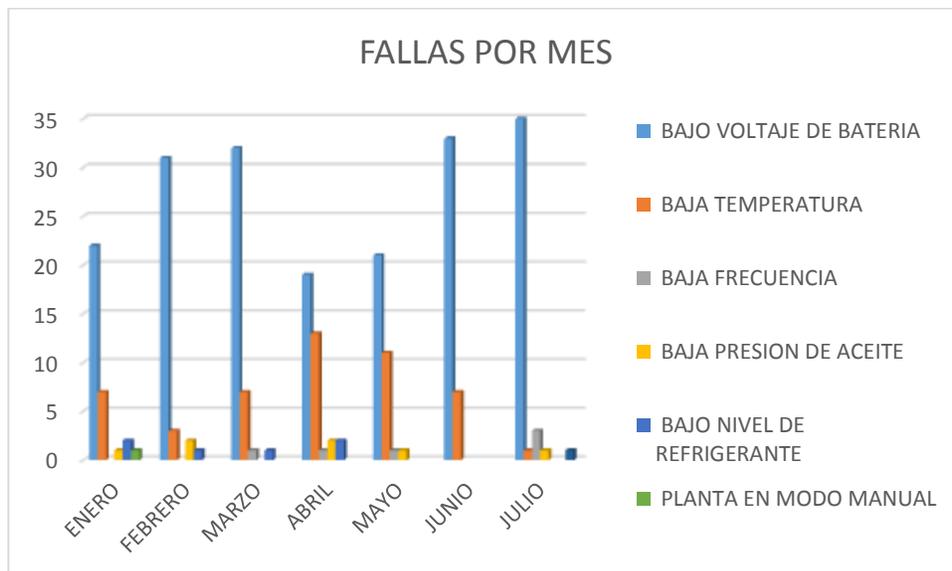


Ilustración 11 Fallas por mes

En estos gráficos se evidencia que de las fallas más comunes en las plantas eléctricas, la principal causa de fallas es el bajo voltaje de la batería, seguida por la baja temperatura de motor, estas variables son de tipo análogas las cuales son fácilmente monitoreables con un equipo como Exemys y con este equipo es posible enviar esta información a través de la red satelital para identificarlas en un centro de monitoreo.

El Mantenimiento hoy en día no sólo es una actividad básica dentro del funcionamiento de una empresa, también se ha convertido en una necesidad y debe estar acompañado de una serie de herramientas que hagan posible su desarrollo y que ayuden a la administración de su uso y su aplicación.

Estas herramientas, que de una u otra forma se convierten en las bases fundamentales para que cualquier organización fije sus parámetros y de esta forma encamine sus programas de mantenimiento deben tener un uso correcto para contribuir a una mayor eficiencia, productividad y competitividad en la industria Colombiana.

Para el sistema de monitoreo enfocado hacia los grupos electrógenos se debe contar con una tecnología que permita la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia un operador remoto del sistema. La conexión de los instrumentos de campo, con el operador se debe realizar a través de un lenguaje que permita el intercambio de datos a través de un medio físico que pueda transmitir esta información. Se debe contar con un control que convierta las señales provenientes de los dispositivos de medida en información digital que pueda ser procesada por el operador remoto.



Ilustración 12 proceso de trabajo

7.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Teniendo en cuenta las encuestas realizadas a diferentes tipos de personas que cuentan con el uso de plantas eléctricas, se identificaron las fallas más comunes, buscando atacarlas, asegurando la disponibilidad y confiabilidad.

De acuerdo a los diferentes dispositivos que se tienen en el mercado, se evalúan los equipos que puedan ofrecer la mejor tecnología para un sistema de monitoreo, de acuerdo a las especificaciones que el equipos requiere. Por costos y características de instrumentación de los grupos de electrógenos, se determina que el equipo más adecuado para la implementación del sistema es el de Exemys.[12]

Podemos comparar las diferentes tecnologías de la siguiente manera:

Tabla 4 Comparación de diferentes tecnologías

EQUIPO	MARCA	MEDIOS DE TRASMISIÓN	ENTRADAS DIGITALES	SALIDAS DIGITALES	ENTRADAS ANÁLOGAS	No. DE PUERTOS	PROTOCOLO
ONCELL	MOXA	ETHERNET/GPRS	0	0	0	2 Seriales, 1 LAN	Cualquier protocolo
MRD	WESTERMO	ETHERNET/GPRS	0	0	0	2 Seriales, 2 LAN	Cualquier protocolo
GRD	EXEMYS	ETHERNET/GPRS	HASTA 16	HASTA 16	HASTA 6 DE 0-10vdc	2 Seriales	Protocolos seriales

Aunque los dispositivos de Moxa y Westermo son costosos, la tecnología que utilizan es muy robusta, diseñada para ambientes corrosivos y de mayor contaminación. La ventaja de los equipos de transmisión de Exemys, radica en la propiedad de tener entradas y salidas adicionales al módulo de comunicación a un precio económico. La diferencia entre los equipos de Moxa y Westermo, con respecto a los de Exemys, radica en que los primeros son módems de comunicación entre dispositivos, como una red de

comunicación LAN, y los segundos son RTU's (Receive and Trassmitter Unit) que reciben y trasmiten información entre 1 o varios dispositivos.

Los equipos que nos ofrece Exemys envían la información a través de la red celular, solamente, para realizar el monitoreo de variables, utilizando las herramientas de software que la misma compañía nos ofrece. Para la recepción de estas variables y la conexión de equipos a una red de trabajo, utilizamos dos software independientes que envían toda la información a una base de datos que permite ser procesada por el operador remoto.

Otra característica muy importante de los equipos de exemys para la transmisión de datos, es la capacidad de funcionar como un túnel de información para preguntar directamente a equipos remotos a través de protocolo Modbus RTU, lo que nos permitirá realizar conexiones con controles para grupos electrógenos que tengan una salida de comunicación con este protocolo. Además de obtener la información a través de Modbus, también podemos utilizar las entradas digitales y análogas para observar el estado de variables adicionales que se requieran instrumentar y que no es posible visualizar a través del control. Las salidas digitales de este equipo pueden ser accionadas de manera remota a través de la red celular para poder actuar sobre un grupo eléctrico cuando se requiera.

Podemos encontrar varias referencias de equipos para monitoreo, entre las cuales tenemos:

Tabla 5 Clasificación de Equipos EXEMYS [12]

FAMILIA	PUERTO SERIAL	ENTRADAS DIGITALES	SALIDAS DIGITALES	ENTRADAS ANÁLOGAS	TIPO DE ENTRADAS ANÁLOGAS	ENTRADAS DE CONTEO
GRD1000	RS232/485	-----	-----	-----	-----	-----
GRD2001	RS232/485	16	14	-----	-----	-----
GRD3002	RS232/485	16	6	6	6 X 0-10 Vdc	-----
GRD3003	RS232/485	16	6	6	6 X 4-20mA	-----
GRD4002	RS232/485	16	6	4	4 X 0-10 Vdc	2
GRD4003	RS232/485	16	6	4	4 X 4-20mA	2

8. FUENTES DE INFORMACIÓN

8.1. FUENTES PRIMARIAS

A través de datos estadísticos, tomando como base encuestas realizadas a administradores, jefes de mantenimiento y personal encargado de plantas eléctricas en el sector industrial, usando como referencia las emergencias que se le presenten (paradas inesperadas) de los equipos, adicionalmente, se alimentara una base de datos, para iniciar con el control de la información, y poder dar prioridad a las fallas más comunes y representativas.

8.2. FUENTES SECUNDARIAS

Para el desarrollo de esta monografía se recopiló información de las siguientes fuentes:

- Libros: Los cuales servirán de consulta para la solución de los objetivos, específicamente, mantenimiento preventivo, correctivo, proactivo y predictivo, indicadores de gestión y gestión de activos.
- Monografías: Se consultarán como material de apoyo, siendo estas de gran ayuda ya que los temas que se tratan en estas son específicos y aplicados en gran parte a la solución del problema planteado.
- Revistas: A diferencia de los diarios o periódicos, orientados principalmente a ofrecer noticias de la actualidad más o menos inmediatas; las revistas ofrecen una segunda y más exhaustiva revisión de los sucesos, sea de interés general o sobre un tema más especializado.

- Docentes: Son profesionales en áreas del conocimiento específicas, darán una solución a cualquier duda que se tenga en el desarrollo de esta monografía por medio de la enseñanza-aprendizaje.
- Universidad ECCI: Textos enfocados en organización y gestión del mantenimiento, sistemas de mantenimiento, gestión y control, notas de clase en mantenimiento preventivo, ubicados en la biblioteca de la escuela colombiana de carreras industriales UECCI, también de la monografías presentadas en semestres anteriores por estudiantes de la UECCI como opción de grado.

9. ANÁLISIS FINANCIERO

Para el desarrollo de esta evaluación de variables de mantenimiento utilizando equipos de monitoreo satelital en plantas eléctricas, es necesario tener en cuenta los costos de personal capacitado, comprar herramientas y equipo de monitoreo, y así calcular los costos directos e indirectos.

En cuanto al personal se debe contratar 6 empleados distribuidos de los cuales 3 de ellos en tres turnos a los que se debe pagar el salario básico, recargo nocturno, auxilio de transporte, prestaciones sociales (cesantías 8.33%, intereses / cesantías 1%, prima de servicio 8.33% y vacaciones 4.17%), seguridad social (salud 8.5% y pensión 12%), ARL 3.35% y parafiscales (CCF 4%, ICBF 3% y Sena 2%), el costo de personal es de \$15.071,158 mensuales como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 6 Gastos de Personal

GASTOS DE PERSONAL											
CARGOS	CANT.	TURNOS	SALARIO BASICO	TOTAL SALARIOS	RECARGO NOCT	AUX. TRANSP.	PRESTAC. SOCIALES	PARA-FISCALES	ARL	SEGURIDAD SOCIAL	TOTAL GASTO MES
ELECTRICISTAS	1	1	1,000,000	1,000,000	0	360,000	234,053	90,000	33,500	205,000	1,922,553
MECÁNICOS TIPO C	1	1	1,000,000	1,000,000	0	360,000	234,053	90,000	33,500	205,000	1,922,553
ANALISTA JUNIOR	3	3	1,000,000	3,000,000	350,000	216,000	778,577	301,500	112,225	686,750	5,445,052
JEFE DE MTTO	1	1	2,500,000	2,500,000	0		1,310,000	540,000	201,000	1,230,000	5,781,000
TOTALES	6	6	5,500,000	7,500,000	350,000	936,000	2,556,683	1,021,500	380,225	2,326,750	15,071,158

Para llevar a cabo la instalación del equipo de monitoreo satelital, se debe invertir en la compra de herramientas.

Tabla 7 Herramientas

HERRAMIENTAS PARA MANTENIMIENTO					
HERRAMIENTAS	VALOR	CANT.	INVERSION	GASTO MENSUAL	GASTO ANUAL
JUEGO DE LLAVES REVERSIBLES	\$ 250,805	2	501,610	\$ 41,801	\$ 501,610
JUEGO DE DESTORNILLADORES	\$ 208,900	2	417,800	\$ 34,817	\$ 417,800
MULTIMETRO	\$ 1,150,000	2	2,300,000	\$ 191,667	\$ 2,300,000
JUEGO DE COPAS MM	\$ 43,891	2	87,782	\$ 7,315	\$ 87,782
VALOR TOTAL			\$ 3,307,218	\$ 275,599	\$ 3,307,192

Se debe tener en cuenta; los costos indirectos en los que se incurren mensualmente para el desarrollo de las instalaciones; estos son los siguientes:

Tabla 8 Costos Indirectos

COSTOS INDIRECTOS	
COSTOS	COSTO MENSUAL
SERVICIOS PUBLICOS	\$ 250,000
PAPELERIA	\$ 200,000
ELEMENTOS DE ASEO Y CAFETERIA	\$ 150,000
VALOR TOTAL	\$ 600,000

Tabla 9 Presupuesto para instalación

PRESUPUESTOS DE INSTALACION			
REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO
RTM-ACC-001	TERMINALES DE OJO	5	\$ 14,600
RTM-ACC-002	TERMINALES DE OJO 1/2	5	\$ 5,000
RTM-ACC-003	TERMINALES DE PIN	8	\$ 16,000
RTM-ACC-004	TERMINALES DE 1/4	20	\$ 106,667
RTM-ACC-005	TERMINALES PRE-AISLADA TIPO	4	\$ 800
RTM-ACC-006	TERMINALES DE HORQUILLA	5	\$ 1,133
RTM-ACC-007	TERMINALES PARA ENCHUFAR	5	\$ 1,133
RTM-FS-001	FUSIBLE	1	\$ 7,240
CR188DP	SENSOR COMBUSTIBLE	1	\$ 112,000
BASE ADHESIVA	BASE ADHESIVA	10	\$ 2,218
EST-250/300-1/2	SENSOR TEMPERATURA	1	\$ 57,420
ESP-100	SENSOR PRESION ACEITE	1	\$ 95,040
GSM/GPRS ANTENA	ANTENA	1	\$ 18,057
GRD 3305-XF	TARJETA DE ELECTRONICA	1	\$ 1,000,000
CABLE	CABLE	10	\$ 200,000
SIM-DATOS	SIM CARD + PLAN DE DATOS	1	\$ 80,000
MANO-OBRA	MANO DE OBRA INSTALACION	1	\$ 670,000
VALOR TOTAL SIN IVA			\$ 2,387,308
COSTO 8 EQUIPOS MENSUALES			\$ 19,098,464

El total de costos mensuales incurridos en el desarrollo del proyecto es de \$ 35,845,221

Tabla 10 Gastos Mensuales

GASTOS MENSUALES	
CONCEPTOS	VALOR
GASTOS DE PERSONAL	\$ 15,071,158
ARRIENDO BODEGA	\$ 800,000
HERRAMIENTAS	\$ 275,599
INVERSION DE 8 EQUIPOS DE MONI	\$ 19,098,464
COSTOS INDIRECTOS	\$ 600,000
VALOR TOTAL	\$ 35,845,221

El total de costos mensuales menos el valor de venta de los equipos nos entrega un ROI de 6,6% lo cual nos indica que se deben vender un mínimo de 8 equipos al mes.

Tabla 11 ROI

ROI	
INVERSION MENSUAL	\$ 35,845,221
RETORNO DE LA INVERSION VENTA MININA DE 8 EQUIPOS MENSUALES	\$ 38,196,928
ROI	6.6%

10. TALENTO HUMANO

Al momento de ejecutar la propuesta EVALUACIÓN DE VARIABLES DE MANTENIMIENTO UTILIZANDO EQUIPOS DE MONITOREO SATELITAL EN PLANTAS ELÉCTRICAS, la organización prestadora del servicio se beneficiará en ser más asertivos al momento de diagnosticar las fallas de las plantas eléctricas, traslados innecesarios de sus técnicos hasta donde las instalaciones de sus clientes cuando haya una supuesta falla en la planta eléctrica, abra menos demora en tiempos de respuesta al momento que el equipo realmente falle, se podrá tener un estimado del repuesto que se requiere para corregir la falla, se podrá analizar las fallas más comunes que presentan las plantas eléctricas. De esta manera la organización y el recurso humano ganara tiempo y dinero, el trabajo será más eficiente, se mejorara la competitividad, pero sobre todo el recurso humano tendrá mejor calidad laboral al trabajar con esta herramienta.

Con el uso de monitoreo satelital los clientes mitigaran paradas inesperadas en las plantas eléctricas, las cuales puedan causar daños en materia prima, caída de redes en empresas de telecomunicaciones o pérdida de vidas humanas en el caso de hospitales y clínicas, la planta eléctrica estará monitoreada el tiempo que se requiera, con personal calificado, que estará atento a cualquier novedad que se pueda presentar en su normal funcionamiento, ahorrara tiempo y dinero a las organizaciones en el momento que detenga una producción, con este tipo de monitoreo satelital se evitaran este tipo de imprevistos, las empresas podrán garantizar la disponibilidad de los equipos y se aumentara la vida útil de los componentes en las plantas eléctricas.

Contemplando que en las organizaciones también se ve afectado el recurso humano cuando acontecen fallas en los equipos, equipos que se requieren para cumplir con los

resultados que exigen las empresas y por estas causas “fallas mecánicas o eléctricas” no es posible cumplir con los objetivos esperados.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a la información recopilada de las encuestas se identificó que las variables más comunes de falla son:

- Alto voltaje de batería
- Baja Temperatura de motor
- Baja frecuencia
- Baja Presión de aceite
- Bajo nivel de refrigerante

No se logra tener evidencia del comportamiento del equipo antes de ocurrir la falla ya que la planta eléctrica no se está monitoreando las 24 horas. Y después de ocurrida la falla el componente se debe reemplazar lo cual genera un desgaste prematuro del equipo.

De acuerdo con el tipo de instalación y la manera de instrumentar el sistema de respaldo de los usuarios, se puede utilizar el equipo que sea más adecuado. Las entradas análogas nos dan una gran versatilidad al realizar las instalaciones en las que no se tenga un control que recopile las variables, como es el caso de las plantas instrumentadas análogamente, al evaluar las plantas eléctricas con los equipos de monitoreo satelital se puede establecer que se mitigaran paradas inesperadas, las cuales puedan causar daños en materia prima, caída de redes en empresas de telecomunicaciones o pérdida de vidas humanas en el caso de hospitales y clínicas,

ahorrara tiempo y dinero a las organizaciones en el momento que detenga una producción, con este monitoreo satelital se evitara este tipo de imprevistos, las empresas podrán garantizar la disponibilidad de los equipos y se aumentara la vida útil de los componentes en las plantas eléctricas

Se determina con el análisis financiero que la instalación que para una compañía realizar este mantenimiento con monitoreo satelital es viable teniendo en cuenta una venta de mínimo 8 equipos en el mes para tener un retorno de inversión del 6.6%.

Para ofrecer este servicio a clientes externos es necesario comparar un mantenimiento convencional Vs. Un mantenimiento con monitoreo satelital demostrándole al cliente los beneficios en retorno de inversión y en disponibilidad del mismo

Tabla 12 Mantenimiento Convencional

MANTENIMIENTO CONVENCIONAL			
DESCRIPCION	VALOR UNIT	CANTIDAD MTTOS X MESES	TOTAL
VALOR MANO DE OBRA UNA VISITA 6 HORAS	\$ 650,000	36	\$ 23,400,000
DESPLAZAMIENTO TECNICO	\$ 44,000	36	\$ 1,584,000
TRASNSPORTES TRASLADO TECNICO	\$ 30,000	36	\$ 1,080,000
		VALOR TOTAL	\$ 26,064,000

Tabla 13 Mantenimiento Satelital

MANTENIMIENTO SATELITAL			
DESCRIPCION	VALOR UNIT	CANTIDAD MITTOS X MESES	TOTAL
VALOR INSTALACION EQUIPO SATELITAL	\$ 4,774,616	1	\$ 4,774,616
PLAN DE DATOS	\$ 114,286	36	\$ 4,114,296
MENSUALIDAD POR EL MONITOREO Y SERVICIO TECNICO	\$ 150,000	36	\$ 5,400,000
		VALOR TOTAL	\$ 14,288,912

11.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar un monitoreo satelital en las plantas eléctricas a fin de tener un control de las variables criticas del equipo y así aumentar la disponibilidad y confiabilidad del mismo, mejora en la planeación de mantenimientos preventivos, disminuye la frecuencia de mantenimientos correctivos y se logra la disminución de costos de operación y mantenimiento.

12. BIBLIOGRAFÍA

- [1] RENOVETEC, "INGENIERIA DE MANTENIMIENTO," vol. AGOSTO, 2014.
- [2] C. DEL LIBRO, "MANTENIMIENTO INDUSTRIAL."
- [3] V. ESPAÑA, "VDO," 2014.
- [4] C. DEL LIBRO, "MANTENIMIENTO MECANICO," no. SEPT, 2013.
- [5] MONITOREO, "MANTENIMIENTO MUNDIAL," no. ENERO, 2014.
- [6] SENSORES, "RJCONNECT," no. ENERO, 2012.
- [7] INVERSER, "INVERSER," no. AGOSTO, 2014.
- [8] "BANCO DE LA REPUBLICA," p. 1, 2014.
- [9] XING, "MANTENIMIENTO PREDICTIVO," no. DICIEMBRE, 2012.
- [10] XATAKAHOME, "QUE SON Y PARA QUE SIRVEN LOS PLC," no. DICIEMBRE, 2008.
- [11] WESTERMO, "WESTERMO."
- [12] EXEMYS, "EXEMYS," no. DICIEMBRE, 2006.
- [13] C. M. TAMAYO DOMÍNGUEZ, "Organizaciones del Mantenimiento," in *Documento de estudio del Postgrado en Gerencia de Mantenimiento*, 2000, p. 3.
- [14] E. T. NEWBROUGH, "Personal de Albert Ramond y Asociados, Inc," in *Administración del Mantenimiento Industrial– Editorial Diana. Sexta Edición.*, 1982, p. 9.
- [15] L. A. MORA GUTIÉRREZ, "Universidad Politécnica de Valencia," in *Selección y Jerarquización de las variables importantes para la gestión de mantenimiento en las empresas usuarias o generadoras de tecnologías*, 1999.
- [16] C. IDHAMMAR, *Maintenance management: moving from reactive to results-oriented*. 1997, p. 49.
- [17] [http://www. centerforquality. or-E. Ryan.buckthorpe@emich.edu](http://www.centerforquality.or-E.Ryan.buckthorpe@emich.edu), "Total Productive Maintenance (TPM)," *august 2*, 1999. .
- [18] F. Rey Sacristán, *Hacia la excelencia en mantenimiento*. Editorial TGP Hoshin, S.L. – Madrid – España, 1996, p. 35.
- [19] GAUDINO G. A., "Mantenimiento centrado en Confiabilidad," *Rev. Electrotécnica*, vol. 85, no. 2, p. 60,62, 1999.

- [20] P. D. TESDAHL, Steven A. Tomlison, "Maintenance strategy for the 21st. Century," in *Review Mining Engineering*, 1998, p. 78.
- [21] C. A. PARRA, "Optimización de la Producción a Partir del Uso de la Herramienta de Mejoramiento de la Confiabilidad Operacional." 1999.
- [22] T. GERAGHTY, "R.C.M. and T.P.M. complementary rather th an conflicting techniques," *ISSN 0141-8602*, vol. 63, no. USA, p. 231, 1996.
- [23] R. MOORE, "focused maintenance Factories, maintenance & repair, total productive maintenance y reliability cenetered maintenance," *ISSN 0032-082X*, vol. 51, no. USA, pp. 88, 89, 90, 1997.
- [24] J. MARKS, "focused maintenance (RCM), reliability centered maintenance, electric maintenance & repair," *ISSN 0013-4457*, vol. 211, no. USA, p. 49,50,51,52, 1997.
- [25] J. M. NAVARRO ELOLA, Luis - PASTOR TEJEDOR, Ana Clara - MUGABURU LACABRERA, *Gestión integral de Mantenimiento*. 1997, p. 57.
- [26] "SOFT DE COLOMBIA," no. AGOSTO, 2014.
- [27] MONITOREO, "AUTOURBE," no. AGOSTO, 2013.
- [28] FORTA, "FORTA 5."

13. CIBERGRAFIA

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=X3p4bZfoqgEC&oi=fnd&pg=PA1&dq=mantenimiento+de+plantas+electricas&ots=xD-ykYniZn&sig=7sh4neehd6L2UJcuf9uQ0xWgdE#v=onepage&q&f=false>

<http://infocafes.com/descargas/biblioteca/87.pdf>

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=CKnKDTb_AMC&oi=fnd&pg=PA9&dq=mantenimiento+de+plantas+electricas+mantenimiento&ots=XwziUQisLg&sig=NtdldBbqEpsEU3Kh-BuUn8RclO0#v=onepage&q&f=false

<file:///C:/Users/CAROLINA/Downloads/331-679-1-PB.pdf>

<http://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/article/viewFile/35/34>