

ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO ELECTRICO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PUCARA

Diego Saritama Luzuriaga¹, Jorge Chiriboga²

¹Ingeniero Eléctrico en Potencia 2003

² Director de Tesis, Master en Ingeniería Eléctrica. Universidad Missouri-Rolla, EEUU 1975. Profesor de la ESPOL desde 1975.

RESUMEN

Hoy en día las Centrales de Generación eléctrica necesitan contar con un eficiente programa de mantenimiento preventivo, el cual sea conocido por todo el personal para que se lleve a cabo de la mejor manera. Y si a esto le sumamos la implementación de un programa de mantenimiento asistido por computador, que nos permita mejorar la gestión del mantenimiento en nuestra empresa, estaremos trabajando correctamente en la búsqueda del Mantenimiento Productivo Total.

Y si al personal de mantenimiento le entregamos una importante herramienta como son los procedimientos para ejecutar sus diarias tareas, mucho mejor para nuestra empresa.

De eso es lo que se trata el presente trabajo. El contenido de este estudio está distribuido así:

En el capítulo 1 hablo sobre los principios básicos del mantenimiento industrial y los diferentes tipos de mantenimiento que se pueden desarrollar en una empresa.

En el capítulo 2 se hace una introducción de lo que son las centrales hidroeléctricas, una descripción de la Central Hidroeléctrica Pucará y un diagnóstico del estado de sus equipos.

En el capítulo 3 hago una evaluación del estado actual del mantenimiento de la mencionada Central y la propuesta para la administración del mantenimiento de la Central.

En el capítulo 4 se trata la implementación del Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador “SISMAC” en la Central.

En el capítulo 5 se describen los procedimientos para diferentes tareas de mantenimiento eléctrico en la Central.

Finalmente, en el capítulo 6 se muestra una programación elemental en Microsoft Project sobre lo que serían las tareas a ejecutar en la Unidad de Generación 1 de la Central el año próximo.

INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es indispensable para el desarrollo de un país, y en un país que no puede jactarse de tener energía instalada de sobra como el nuestro, no podemos darnos el lujo de descuidar el mantenimiento de nuestras centrales de generación, en este caso una central hidroeléctrica, mas bien debemos cuidar al máximo de tenerlas en disponibilidad el mayor tiempo posible.

Podemos imaginarnos la gran cantidad de máquinas y equipos que constituyen una central, y a los que debemos dar un adecuado mantenimiento preventivo, a sabiendas que el mantenimiento correctivo es mucho más costoso, y además implica la paralización de actividades, dejando de producir, dejando de generar ingresos a nuestra empresa.

Toda empresa busca ser más eficiente y productiva cada día en todas sus áreas, y es un objetivo obligado del área de Mantenimiento alcanzar el Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés), asegurando la disponibilidad y confiabilidad de las instalaciones y equipos en todo momento al área de Operación.

El presente trabajo describe cómo se inició la implementación del nuevo programa de mantenimiento de la Central Pucará y sobre la elaboración de procedimientos de mantenimiento eléctrico para dicha Central.

CONTENIDO

1. EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

PRINCIPIOS BÁSICOS DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Para que el mantenimiento cumpla su verdadera misión, la meta perseguida no es la conservación en si misma, sino en la de coincidir con las demás actividades de la industria en la obtención de la más alta productividad.

Estos principios de aplicación general se los puede resumir de la siguiente manera:

- a. El mantenimiento debe ser considerado como un factor económico de la empresa.

- b. El mantenimiento debe ser planificado, eliminando la improvisación. Debe existir un programa anual de mantenimiento, basado en el costo real de reparaciones de cada instalación de trabajo o equipo.
- c. Debe existir un equipo de mantenimiento especializado, con funciones claramente definidas dentro de su propio organigrama de servicio.
- d. Debe existir información técnica completa en relación con los trabajos de mantenimiento de cada instalación o equipo.
- e. La “calidad de reparación” no debe estar sujeta a urgencias, salvo conciente decisión de los responsables del servicio de mantenimiento en excepcionales oportunidades.
- f. Las actividades y costos de mantenimiento deben traducirse en índices de referencia y comparación, permitiendo seguir los pasos de la gestión de servicio del mantenimiento en la industria.
- g. El mantenimiento en la industria debe basarse por igual en:
 - Elección y distribución del personal especializado.
 - Creación y control de un taller propio para mantenimiento.
 - Orden y control de existencias del almacén de recambios.
 - Programación técnico – económica.

SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.

1. Mantenimiento correctivo.
2. Mantenimiento mejorativo.
3. Mantenimiento predictivo.
4. Mantenimiento preventivo.
5. Mantenimiento productivo total.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.

Es aquel mantenimiento cuya finalidad es la de llegar a tener cero fallas y cero averías en los equipos, para ello es necesario en primer lugar tener implementado un buen mantenimiento preventivo principalmente, haber hecho de éste un hábito. En este tipo de mantenimiento también tienen un rol importante los operarios de las máquinas y equipos, los que también deberán entrenarse para participar en trabajos de mantenimiento, que únicamente realizaban operarios de mantenimiento.

2. LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PUCARA

LA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA.

La generación hidroeléctrica juega un papel importante en los grandes sistemas eléctricos debido a sus muchas ventajas:

- Diseño simple
- Bajos costos de mantenimiento y operación
- Larga vida útil
- Rápida respuesta a variaciones de carga
- Alta confiabilidad
- Propicio al medio ambiente

Generalmente la energía producida por centrales hidroeléctricas es la más barata en un sistema eléctrico mixto como el ecuatoriano, y la puesta fuera de servicio para reparaciones no previstas representan grandes pérdidas económicas, tomando en cuenta los altos costos de las centrales térmicas que deben entrar en operación para reemplazar a las primeras.

DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS EQUIPOS.

En diciembre del año 2002, la central Pucará cumplió 25 años de vida, podemos tener entonces una idea de la tecnología usada en ese entonces para la construcción de la central y de la presa.

HIDROAGOYAN, como dueña de la central, ha emprendido en la tarea de modernizar todos los sistemas que sean susceptibles de aquello. Así los antiguos reguladores automáticos de velocidad como de tensión de la unidad 1 han sido cambiados, antes eran electrónicos, hoy son mayormente digitales.

Aquí se presenta una necesidad para el personal de mantenimiento encargado de los equipos nuevos, y es la capacitación. Antes era más fácil calibrar un potenciómetro por ejemplo, pero hoy cuando un equipo digital se encarga de todo, no se pueden manipular las tarjetas electrónicas de igual manera.

Cabe señalar que es más difícil reemplazar un equipo o sistema nuevo en lugar de otro que ya estaba instalado y funcionando, que implementar algo totalmente nuevo, arrancando desde cero.

La mayoría de los sistemas que utilizan agua se encuentran en perfecto estado debido en gran parte a la calidad del agua. Pucará tiene la ventaja de que el agua del embalse de Pisayambo es bastante limpia, a diferencia de centrales como Paute o Agoyán, con lo que se evitan bastantes problemas en sus equipos mecánicos en especial.

3. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO.

La organización del mantenimiento en la Central es buena, cada área tiene muy claro lo que tiene que hacer y existe coordinación entre ellas cuando tienen que realizar actividades en un mismo sistema o equipo evitándose molestias y pérdidas de tiempo innecesarias; además, casi todo el mantenimiento es preventivo, existe un banco de tareas de mantenimiento ya establecido para el año y programar las actividades para una semana de labores no resulta complicado.

Lo que no existe es un buen manejo de la documentación técnica de los diferentes bienes de la Central. Tampoco existe un respaldo de los trabajos realizados y de las órdenes de trabajo cerradas, excepto una copia que se archiva en la Secretaría.

Otra actividad que se busca desarrollar de mejor manera es la solicitud de materiales, equipos o herramientas a bodega. La bodega es manejada por HIDROAGOYAN S.A., así que lo que se necesita es un vínculo entre el programa de mantenimiento con el programa de inventario que poseen en bodega.

Todo esto y más es lo que se pretende mejorar con la implementación del programa de mantenimiento en computadora.

PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL.

Se recomienda el cambio del formato actual de las órdenes de trabajo porque existen muchos campos que nunca son llenados, pudiendo también tener mas espacio disponible en la orden para llenar otros datos que si se necesitan.

Tanto los jefes de área, supervisores, así como los ejecutores deberían ser entrenados para manejar el programa en computadora.

Los dos primeros para que estén en capacidad de editar cualquier orden de trabajo o información ligada al inventario cuando sea requerido, y los ejecutores para que tengan acceso a información e impresión acerca de cualquier actividad de mantenimiento realizado o por realizarse, reservándose a los jefes de mantenimiento la potestad de conceder permiso a supervisores y ejecutores según crean conveniente para realizar ciertas tareas dentro del programa.

4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR

Ya se ha mencionado que las empresas actualmente buscan alcanzar el Mantenimiento Productivo Total, pero también se desea respetar al medio ambiente y trabajar con seguridad industrial.

Cuando la globalización obliga a que las empresas cumplan con los requisitos de normas internacionales como las ISO 9000 o las ISO 14000, que controlan la calidad y el impacto ambiental de sus procesos de producción y la entrega de productos terminados; o tener una gestión HSE (Health, Safety and Environment) con modelos OSHA/API 750, es cada vez más necesario producir con calidad y competitividad.

Esto ha llevado a sistematizar todos los procesos de producción que requieren de máquinas y equipos en buen estado para la obtención de productos de calidad garantizada; optimizar los recursos humanos, materiales, y de tiempo, lográndolo a través de programas computarizados que permiten programar actividades de acuerdo a los manuales de los equipos y normas estandarizadas, es decir que son paramétricos.

El programa de mantenimiento asistido por computador, llamado CMMS por sus siglas en inglés, Computer Maintenance Management System, sirve para controlar, planificar y evaluar (técnico – financiero), la gestión de mantenimiento.

Como ya se ha mencionado, las actividades de mantenimiento se realizan de buena forma, pero no existe un control efectivo de materiales, herramientas, personal asignado a una orden de trabajo, por tanto no se puede hacer una evaluación real de costos, de tiempos, entre otras cosas.

Todos esos parámetros son los que se pretende controlar y manejar mediante el uso del programa computacional.

IMPLEMENTACIÓN DEL SISMAL EN LA CENTRAL PUCARÁ.

Analizados los objetivos que requería cumplir un programa, y una vez estudiada la factibilidad y los requisitos se decidió escoger al Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador –SISMAL- como el programa ideal para manejar el mantenimiento de la Central Pucará y OSENERSA S.A. decidió adquirirlo.

El programa para la administración de mantenimiento consta de ocho módulos, cada uno de ellos con sus respectivos submódulos:

- Inventario Técnico: Ingreso, Parámetros, y Consulta.
- Fichas Técnicas: Ingreso, Parámetros, y Consulta.
- Lista Básica de Recambios: Ingreso, y Consulta.
- Mantenimiento: Ingreso, Parámetros, y Consulta.
- Inventario de Materiales/Repuestos: Consulta
- Adquisiciones.
- Activos Fijos: Consulta.
- Personal: Ingreso.

Los submódulos son:

- Ingreso.
- Parámetros.
- Consulta.

Además posee cuatro utilitarios:

- Listado principal de inventario técnico.
- Referencias gráficas.
- Documentación técnica
- Reportes.

Lo primero que debimos hacer para trabajar con el SISMAL es inventariar todos los equipos o bienes que la Central posee y fijar un código único para cada uno de ellos. Todo ello en el módulo de Inventario Técnico.

Luego determinamos las tareas de mantenimiento, procurando incluir en todas ellas: materiales, mano de obra, herramientas y datos de programación (frecuencia, personal, tiempo de ejecución), y procedimientos; en el módulo de Mantenimiento.

Luego se determinarán los datos de los equipos para elaborar sus fichas técnicas; en el módulo de fichas técnicas.

Además se tendrá que elaborar u obtener información digitalizada de los diferentes equipos: planos en Autocad, fotografías, e incluso videos de procedimiento si existieran; en el utilitario de Referencias Gráficas.

5. ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO ELECTRICO

INTRODUCCIÓN.

Entendiendo por procedimiento al método, modo de ejecutar con orden algunas cosas, podemos tener una idea de lo conveniente que resulta tener a la mano los procedimientos para ejecutar ciertas actividades, en nuestro caso las tareas de mantenimiento eléctrico.

Obviamente que facilitan la ejecución de dichas tareas y a la vez se estandariza el procedimiento sea quien sea el ejecutor de la misma. Podrán haber ocasiones en que exista personal nuevo, y el hecho de que existan procedimientos es una ventaja.

PROCEDIMIENTOS.

Los procedimientos para realizar ciertas actividades de mantenimiento eléctrico han sido realizados primero en Microsoft Excel, para luego ser ingresados en el programa SISMAC.

6. PROGRAMA BASICO DE MANTENIMIENTO EN MICROSOFT PROJECT

INTRODUCCIÓN.

El hecho de que exista un banco de tareas de mantenimiento, las mismas que se realizan con una determinada frecuencia, nos permite elaborar una programación de las actividades de mantenimiento que se van a efectuar en un determinado período de tiempo.

He escogido a la Unidad de Generación 1, sus diez sistemas, y todos sus equipos eléctricos y de instrumentación, para realizar una programación tentativa de las actividades a realizarse el próximo año (2004).

Por ser idénticas las Unidades de Generación 1 y 2, la misma programación se podrá utilizar para la segunda, con la variación de ciertas fechas de ejecución.

PROGRAMA BASICO EN MICROSOFT PROJECT.

Primero se elaboró un listado de las tareas de mantenimiento eléctrico de la instalación Unidad de Generación 1, para los equipos de cada uno de sus diez sistemas. Esto lo hice en Microsoft Excel solo para facilitar su visualización.

Luego en Microsoft Project se realizó la programación de actividades a ejecutar en la Unidad 1 durante el próximo año. Prácticamente todas las tareas son repetitivas, pues tienen una frecuencia determinada y dependiendo de la misma, se ejecutan una o más veces en el año.

CONCLUSIONES

1. Creo que este trabajo constituye un buen inicio para la elaboración de un completo Manual de Procedimientos de Mantenimiento Eléctrico de la Central Pucará, pudiendo utilizar los mismos criterios para las otras áreas de mantenimiento de la misma.
2. Se recomienda hacer una revisión al menos anual de las frecuencias y los tiempos de ejecución de las actividades de mantenimiento. Las máquinas a medida que transcurre el tiempo pueden disminuir su capacidad de trabajo y su precisión, pudiendo ser necesario una intervención mas frecuente en las mismas.
3. Es muy importante que las órdenes de trabajo sean cerradas de una manera correcta para que los índices que entregue el programa sean lo más exactos y reales posibles.

4. Este año la programación de los trabajos en el SISMAC ha sido un poco difícil, y es que cualquier cambio conlleva sus inconvenientes, pero creo con la experiencia de este año y toda la información que se recopile hasta el fin del mismo, los trabajos para el año entrante serán mucho más fáciles de programar.
5. A pesar de cualquier problemas que se haya presentado en la implementación del SISMAC creo que sería conveniente continuarla, y de esa manera explotar al máximo el mencionado programa.
6. El programa elemental en Microsoft Project puede ser acomodado a cualquier empresa, con los equipos de la misma y sus respectivas tareas de mantenimiento.

REFERENCIAS

1. D. Saritama, “Elaboración de Procedimientos para el Mantenimiento Eléctrico en la Central Hidroeléctrica Pucará” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2003)
2. J. Merizalde, “Manual de Mantenimiento del Generador de una Central Eléctrica con Generación Hidráulica” (Tesis, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Escuela Politécnica Nacional, 1992)
3. I. Carrasco, “Implementación de un Programa de Mantenimiento Asistido por Computador y Elaboración de Procedimientos de Mantenimiento para la Maquinaria de la Empresa General Pipe Service Incorporated” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2001)
4. Primer Congreso Internacional de Ingeniería en Mantenimiento, Guayaquil, octubre 28-30, 2002, “La Tercerización del Mantenimiento, por E.A. Bernal”, 1992
5. Primer Congreso Internacional de Ingeniería en Mantenimiento, Guayaquil, octubre 28-30, 2002, “Introducción al Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, por Aladon LTD”, 1999
6. Sullivan R.L. Power System Planning Editado por Mc. Graw Hill
7. Warnick. C.C. Hidropower Engineering,
8. Holtza, Canalizaciones y Centrales Eléctricas
9. Ley de Régimen del Sector Eléctrico.
10. Regulaciones del CONELEC.
11. <http://www.cenace.org.ec>
12. <http://www.conelec.org.ec>
13. <http://hidroagoyan.com>
14. <http://transelectric.com.ec>
15. http://www.arrakis.es/~mpereira/Procesos/Central_Hidraulica.htm