



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

2001
AUG 10 1982

21
201



" IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
MANTENIMIENTO EN UNA FABRICA
METALMECANICA "

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

BENJAMIN MODESTO HERNANDEZ MORENO

ASESOR: ING. JOSE FREDDY CORNEJO
COASESOR: ING. JESUS GARCIA LIRA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1984

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN, M.
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FEB-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA: "Implementación de un sistema de mantenimiento en una fábrica metalmeccánica".

que presenta al pasante Benjamín Modesto Hernández Moreno,
con número de cuenta: 8306570-9 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 29 de Junio de 1994

PRESIDENTE

Ing. Juan R. Garibay Bermúdez

J. Garibay 13/III/94

VOCAL

Ing. Enrique Cortez González

E. Cortez 7/III/94

SECRETARIO

Ing. Jesús García Lira

J. García 14/III/94

PRIMER SUPLENTE

Ing. Rogelio Ramos Carranza

R. Ramos 21/III/94

SEGUNDO SUPLENTE

Ing. Ms. del Pilar Zepeda Moreno

M. Zepeda 21/III/94

UAE/DEP/VAP/01

mipr*

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
DEDICATORIAS.....	i
INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y TABLAS.....	ii
INTRODUCCION.....	1

ANTECEDENTES

CAPITULO 1 MANTENIMIENTO.

1. MANTENIMIENTO.....	4
1.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	7
1.2. FUNCIONES DE INGENIERIA EN MANTENIMIENTO.....	8
1.3. OBLIGACIONES Y FUNCIONES DE MANTENIMIENTO.....	10
1.4. COSTO DE MANTENIMIENTO.....	14

CAPITULO 2. ORGANIZACION, PLANIFICACION, PRESUPUESTO Y

MEDICION DE TRABAJO EN MANTENIMIENTO

2. ORGANIZACION, PLANIFICACION, PRESUPUESTO Y MEDICION	
DEL TRABAJO EN MANTENIMIENTO.....	17
2.1. ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO.....	17
2.2. PLANIFICACION Y PRESUPUESTO.....	22
2.3. MEDICION DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO.....	23

CAPITULO 3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	25
3.1. REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	25
3.2. ETAPAS PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	27
3.3. OBSERVACION FINAL SOBRE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	31

CAPITULO 4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIANTE ORDENADOR

4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIANTE ORDENADOR.....	32
4.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA.....	34
4.2. INTEGRACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	39

METODOLOGIA DE ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO

CAPITULO 5 CONCEPTOS DE EVALUACION Y PRODUCTIVIDAD DE LA FUNCION DE MANTENIMIENTO EN LA FABRICA DE ARMAS

5. CONCEPTOS DE EVALUACION Y PRODUCTIVIDAD DE LA FUNCION DE MANTENIMIENTO EN LA FABRICA DE ARMAS.....	41
5.1. EVALUACION DE LAS FUNCIONES DE MANTENIMIENTO.....	41
5.2. CONTROL DEL TRABAJO Y SOPORTE LOGISTICO.....	41
5.3. SOPORTE TECNICO.....	47
5.4. HIPOTESIS DE MANTENIMIENTO.....	48

CAPITULO 6 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA EN LA FABRICA

6. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA EN LA FABRICA.....	49
6.1. INSTALACION DEL SISTEMA.....	50
6.2. ORGANIZACION DE LA BASE DE DATOS.....	52
6.3. INFORMACION PROPORCIONADA POR EL SISTEMA.....	64
6.4. DOCUMENTACION DE EVENTOS.....	84

CAPITULO 7 CONCLUSIONES.

7. CONCLUSIONES.....	86
7.1. RECOMENDACIONES.....	88

BIBLIOGRAFIA.....	89
--------------------------	-----------

ANEXOS

ANEXO I. ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO.....	90.
ANEXO II. HOJA DE REGISTROS.....	91
ANEXO III. SOLICITUD DE MANTENIMIENTO.....	92
ANEXO IV. ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	93
ANEXO V. FORMA DE COMPROBACION PARA INSPECCION DE MANTENIMIENTO....	94
ANEXO VI. HOJA DE CONTROL PARA INSPECCIONES.....	95
ANEXO VII. HOJA DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTICO.....	96

DEDICATORIAS

A MIS PADRES: BENJAMIN HERNANDEZ RODRIGUEZ.

CELIA MORENO SALAZAR.

GRACIAS POR HABERME DADO LA
VIDA Y SU AMOR, ADEMAS DE
COMPRENSION.
DEDICO A USTEDES ESTE TRABAJO
QUE GRACIAS A SU ESFUERZO Y
SACRIFICIO SE FUDO REALIZAR.

A MI ESPOSA: IVONNE GARCIA ZURITA.

POR SU AMOR, APOYO Y CONFIANZA
YA QUE GRACIAS A ELLA.
COMPARTIENDO DIA A DIA LA
ALEGRIA, LA TRISTESA Y EL PAN
ME HA ALENTADO A SER SIEMPRE
MEJOR.

A MI HIJO: ARTURO HERNANDEZ GARCIA.

POR SER LA LUZ DE MI VIDA
QUE ME MOTIVA A SUPERARME.

A MIS HERMANOS: FAUSTO, RIGO, Y ENRIQUE.

POR SU APOYO QUE SIEMPRE
ME BRINDARON.

INDICE DE CUADROS FIGURAS Y TABLAS

CONTENIDO

PAGINA

CUADROS

1. VISUALIZACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	9
2. ADMINISTRACION Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO.....	11
3. PROPOSITO DE LOS PROGRAMAS DE INTERVENCION EN MANTENIMIENTO.....	13

FIGURAS

1. CLASIFICACION DE TRABAJOS.....	43
2. MANTENIMIENTO.....	44
3. MANTENIMIENTO CONTROLADO.....	51

TABLAS

1. COSTO POR HORA POR CATEGORIA POR TURNO.....	61
2. COMPOSICION DEL SERVICIO.....	68

INTRODUCCION

La finalidad de toda empresa es la satisfacción de necesidades a través de la producción de bienes o servicios que reúnan los requisitos de calidad, disponibilidad y precio. Esta función de producción se estará cumpliendo cuando la empresa, usando los métodos de transformación apropiados, mantenga en operación sus departamentos de producción y mantenimiento en condiciones de óptima eficiencia, aprovechando debidamente el mantenimiento, como un sistema de apoyo a los objetivos de la industria.

Uno de los problemas con que cuenta nuestra industria, es el de mantenimiento, el cual hoy en día solamente se lleva a cabo para cumplir un requisito más dentro de las múltiples actividades de un sistema productivo.

A pesar de que esta necesidad es ampliamente reconocida, se han hecho muy pocas sugerencias constructivas, para desarrollar una metodología renovadora urgente; el problema puede ser solucionado al establecer al mantenimiento como un elemento general adaptado al caso a resolver.

El mantenimiento computarizado en el mundo industrial evoluciona considerablemente, distinguiéndose diferentes herramientas que nos permiten establecer un sistema de control más general que nos lleve a la optimación del mantenimiento coadyuvando a resolver el problema.

Dentro de los avances alcanzados en la ingeniería de software sobre la materia de mantenimiento en plantas industriales, podemos mencionar algunos como:

MAINSAYER "SITEMA COMPUTARIZADO PARA CONTROL Y ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO", es un sistema integral e interactivo, que consta de seis módulos básicos:

1. Ordenes de trabajo.
2. Presupuestos.
3. Historial de mantenimiento.
4. Inventario.
5. Mantenimiento preventivo.
6. Ordenes de compra.

MP "MANTENIMIENTO PREVENTIVO", es un sistema computarizado para el control y seguimiento del mantenimiento preventivo y correctivo, permite al usuario registrar cómo máximo 99,999 equipos.

SICMAN " SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO", es un sistema que consta de siete módulos:

1. Mantenimiento al banco de datos.
2. Mantenimiento a registros de maquinaria.
3. Programación y asignación de trabajos.
4. Evaluación de mantenimiento realizado.
5. Reportes de evaluación de mantenimiento por máquina.
6. Reportes generales del banco de datos.
7. Procesos especiales.

Su finalidad es la planeación y control del mantenimiento.

MIN/TRACKER "SISTEMA COMPUTARIZADO DE GESTION DE MANTENIMIENTO", este sistema esta compuesto por tres sistemas funcionales interconectados entre si, para el intercambio de información:

1. Sistema base.
2. Sistema avanzado de programación y control de ordenes de trabajo.
3. Sistema de gestión de compras e inventarios de piezas y partes.

SIM "SISTEMA DE INFORMACION DE MANTENIMIENTO", sistema computarizado que consta de cinco módulos:

1. Servicios no programados.
2. Servicios programados.
3. Análisis estadístico del servicio
4. Rutinas especiales.
5. Base de datos general.

Este sistema es un prototipo utilizado para el desarrollo de la tesis.

ANTECEDENTES

1. MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como el trabajo armónico de hombres, herramientas y materiales, controlados por un sistema, con el objeto de cuidar las inversiones de capital, permitiendo rendir a la Industria en un nivel adecuado de productividad, es decir, se le considera como una entidad correctiva de errores ya existentes; esta definición clásica se refiere al servicio de maquinaria o equipo.

En la actualidad la noción de mantenimiento es más compleja que la sola idea de un conjunto simple de actividades orientadas a la maquinaria y equipo.

La noción mantenimiento, se ha considerado como parte de las operaciones de producción, definiéndose estrategias de trabajo y estudios teóricos para abordar este problema, ya que, los propósitos del mantenimiento son lograr confiabilidad y mayor duración de los recursos puestos a disposición, así como, evitar costosas consecuencias directas o indirectas, como directas se considerarán los paros de funcionamiento, la pérdida de producción, la reparación de maquinaria, el reemplazo de máquinas y otras; como indirectas, las demoras de producción, entregas tardías, clientes descontentos, accidentes en potencia, mala reputación y otras. Estos dos propósitos deben ser administrados y controlados para la toma de decisiones por medio de acciones eficaces, económicas y factibles de realizarse, con el fin de aplicarlas a la maquinaria y equipo y así poder proporcionar al sistema

productivo un nivel adecuado de desempeño, permitiéndole cumplir sus objetivos y metas.

Para un responsable ó gerente de mantenimiento, resulta interesante saber que servicios serán capaces de disminuir su índice de fallas durante la producción. Sin embargo, también existe el problema de como puede programarse el tiempo disponible para mantenimiento, de manera conjunta con planeación de la producción, para dar tiempo a la realización del servicio de mantenimiento planeado y además poder seguir cumpliendo con el stock necesario de refacciones, para intervenir en la maquinaria en particular establecida en la empresa.

El mantenimiento es una función que visualiza tecnologías a través de atención a máquinas y equipos; esta función debe conceptuarse como un sistema de actividad humana. Este sistema es el resultado de una integración de un sistema de actividades y de un sistema social; en el primero, las relaciones son dependencias lógicas y los elementos son actividades; en el sistema social, las relaciones son interpersonales, siendo los elementos, personas realizando actividades. Este es un enfoque del mantenimiento que esta orientado a la atención de la tecnología, aplicada a la Industria Metalmeccánica.

Los servicios de mantenimiento tienen su origen en eventos aleatorios y eventos determinísticos. En los eventos aleatorios, solo existen dos estados posibles para un sistema destinado a la producción; estos estados son: disponible y no disponible, aunque esta clasificación puede parecer clara, en la práctica no es facil declarar una de las dos posibilidades, ya que, depende en gran

medida de la cultura de mantenimiento que exista en cada planta, siendo necesario la combinación de dos circunstancias:

- 1.- El momento a partir del cual las piezas estan saliendo fuera de especificaciones, debido a fallas en la maquinaria.
- 2.- El momento a partir del cual la maquinaria o equipo se esté deteriorando por seguir operando.

Tomando en cuenta estas dos alternativas, la declaración de una maquinaria como disponible o no, depende de la empresa; no existen criterios absolutos para la determinación.

Los eventos determinísticos son los más deseables para sistema de producción, ya que, permite la coordinación de las acciones de producción y de servicio. Es indispensable considerar que el mantenimiento no es una "varita mágica", pues por más que se prevéan situaciones que puedan provocar fallas y se estimen correctamente frecuencias y métodos, siempre ocurrirán circunstancias que dan lugar al mantenimiento de emergencia o correctivo; cuando se efectuen reparaciones de este tipo, se podrán considerar como provisionales, siendo indispensable realizarlos de manera definitiva a la mayor brevedad posible, a fin de evitar fallas futuras y condiciones inseguras, evitando que al paso del tiempo pudiéramos tener un recurso que ya en nada se parezca al original.

Hemos mencionado que el mantenimiento se controla por un sistema; un sistema es un conjunto de partes interdependientes e interactuantes, cuyas relaciones entre si o entre sus atributos, determinan un todo unitario que realiza un efecto, función u objetivo.

El termino **sistema de mantenimiento** debe entenderse como un "conjunto de actividades y relaciones humanas ordenados y coordinados, para cumplir la función mantenimiento". Un sistema de mantenimiento está influido por muchos factores y el éxito de todo esquema, depende de la completa cooperación entre el departamento de mantenimiento y los departamentos de producción, planificación y finanzas.

1.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Al mantenimiento correctivo se le conceptua como la reparación inmediata, con objeto de que continúe la producción siendo las reparaciones de tipo provisional o definitivo. Es decir este tipo de mantenimiento, se hace luego de la avería; surgiendo la causa de horas de paro no programadas y disminuyendo el nivel de producción, ya que, se subestiman las fallas en la maquinaria o equipo.

En el mantenimiento preventivo, se han manejado diferentes criterios, que han tratado de definirlo. Se considera que es el trabajo constituido por cuidadoso monitoreo de la condición de los recursos, para despues diagnosticar la información, sobre la base de conocimientos y la experiencia. Esta intervención sobreestima la vida util de la refacción reemplazada. Es decir, es una rutina que se ejecuta con cierta periodicidad y que forma parte de un sistema.

El mantenimiento predictivo, es una técnica que hace posible reparar la maquinaria antes de sufrir un importante deterioro, identificando el componente averiado y posibilitando al técnico de

mantenimiento, efectuar rápidamente el correspondiente ajuste o reemplazo. Esta técnica ha permitido mejorar considerablemente el tiempo disponible. Se considera que esta técnica es ecuánime y es el mantenimiento más caro, para el inicio de su funcionamiento.

En el cuadro (1) "VISUALIZACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO", se muestra los diferentes de conceptos de lo que se llama sistema de mantenimiento.

1.2 FUNCIONES DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO

El departamento de mantenimiento de una planta, será el directamente responsable ante el director de mantenimiento, de que la función mantenimiento se lleve a cabo, permitiendo la operación del equipo, conforme a objetivos de producción, manteniendo su operación a bajo costo.

Un buen mantenimiento debe enfocarse con dos actividades relacionadas entre sí, siendo denominadas, actividades de ingeniería y actividades económicas; la eficacia de las actividades de ingeniería se incrementará a través del ciclo planear/hacer/experimentar, de las actividades administrativas.

SISTEMA DE MANTENIMIENTO**OBSERVADOR**

ES UN MAL NECESARIO	NEGOCIANTE, NO EMPRESARIO
ES AQUEL QUE NOS PERMITE MANTENER EL VALOR DE RENTA DEL EQUIPO.	PROYECTOS
ES AQUEL QUE INCREMENTA LOS COSTOS DE OPERACION DE LA EMPRESA	FINANZAS
PARA QUE LAS MAQUINAS NO DETENGAN SU PRODUCCION	PRODUCCION
ES AQUEL QUE AYUDA A OBTENER PIEZAS DENTRO DE ESPECIFICACIONES	CALIDAD
RESPONSABLE DEL 80% DEL INVENTARIO DE ALMACEN	MATERIALES
ES AQUEL QUE PERMITE CONSERVAR APROPIADAMENTE LAS MAQUINAS	MANTENIMIENTO CLASICO

CUADRO (1) VISUALIZACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO

En el cuadro (2) " ADMINISTRACION Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO", se explica cuales actividades de ingeniería, deben ser apoyadas por las actividades económicas; la parte derecha nos indica un buen mantenimiento, la parte izquierda indica buena instalación del equipo.

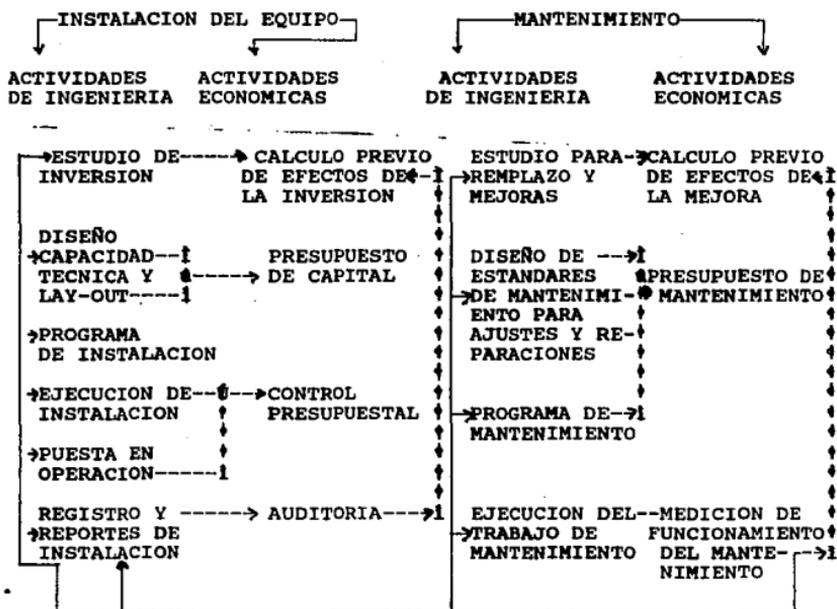
Las actividades de ingeniería, son las actividades directas de instalación y mantenimiento; las actividades económicas, indican los puntos necesarios de las actividades de ingeniería, evaluado de resultados de estas actividades.

1.3 OBLIGACIONES Y FUNCIONES DE MANTENIMIENTO

Las obligaciones de un departamento de mantenimiento pueden ser esbozadas como sigue:

- a) Poner en marcha y controlar, un sistema de mantenimiento eficiente y de bajo costo.
- b) Introducir un sistema de control de costos, por estudios metódicos y por análisis de las causas de las fallas de las máquinas y de los costos de los paros.
- c) Crear, introducir y controlar, donde sea necesario, nuevos métodos y soluciones para el mantenimiento
- d) Asesorar al los departamentos de planificación y de compras. en las adquisiciones de nuevas máquinas -herramientas, etc..
- e) instalar máquinas nuevas y reconstruidas.
- f) Controlar los traslados de máquinas de un departamento a otro, y su reinstalación.
- g) Investigar y remediar continuamente, las averías

**ADMINISTRACION Y CONTROL
DEL MANTENIMIENTO.**



LAS ACTIVIDADES SE LLEVAN A CABO ETAPA POR ETAPA DE ACUERDO A LAS FLECHAS DE INDICACION DE ARRIBA HACIA ABAJO EL FLUJO DE LINEAS PUNTEADAS MUESTRA EL LUGAR Y LA DIRECCION PARA LA RETROALIMENTACION DE LAS ACTIVIDADES.

CUADRO (2) ADMINISTRACION Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO

Las obligaciones del departamento de mantenimiento se pueden resumir en las siguientes:

1. Reducir el tiempo de avería de las máquinas a un mínimo
2. Observancia de un eficiente programa de mantenimiento.
3. Trabajo continuo de las máquinas clave.
4. Elaborar e interpretar modelos estadísticos de desempeño del equipo, para tomar decisiones.

El propósito de los programas de intervención en mantenimiento, se representa por cinco funciones básicas, que representan el conocido "programa preventivo" de las máquinas; las funciones básicas, son:

1. Conservación.
2. Prevención.
3. Predicción.
4. Corrección.
5. Mejoramiento Tecnológico.

En el cuadro (3) "PROPOSITO DE LOS PROGRAMAS DE INTERVENCION EN MANTENIMIENTO", se representa una tabla con cada función y su descripción. Estas funciones, aunque no son forzosamente secuenciales, representan la forma natural en que evoluciona un sistema de mantenimiento .

La mayoría de las empresas de nuestro medio, tienen mantenimiento de conservación y de corrección. Para llegar a la máxima evolución de mantenimiento, es necesario cubrir todas las funciones mostradas en el cuadro (3), anterior, de manera permanente.

PROPOSITO DE LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

F U N C I O N	D E S C R I P C I O N
CONSERVACION	ACCIONES BASADAS EN RUTINAS DE TRABAJO. SOLO PERMITE QUE EL EQUIPO OPERE. EJEMPLO: AJUSTES MENORES.
PREVENCION	ACCIONES BASADAS EN UN PROGRAMA DE SERVICIOS. EQUIPO LIBRE DE FALLAS. MANTIENE EL NIVEL DE FALLAS ESTABLE. EJEMPLOS: REEMPLAZO DE PARTES, LIMPIEZA ESPECIALIZADA, CALIBRACION.
PREDICCION	ACCIONES BASADAS EN INDICADORES FISICOS EQUIPO CON FALLA POTENCIAL. PERMITE USAR LOS COMPONENTES AL MAXIMO. DISMINUYE LA INFLUENCIA DE EMERGENCIA. EJEMPLOS: ALINEACION, AJUSTES, MODIFICACIONES DE PARAMETROS DE OPERACION, LUBRICACION ESPECIFICA
CORRECCION	ACCIONES BASADAS EN DISFUNCIONES DE LOS SISTEMAS. EQUIPO CON FALLA REAL. RESTITUYE HABILIDAD AL EQUIPO. EJEMPLOS: REPARACION DE MECANISMOS, AJUSTES MAYORES.
MEJORAMIENTO TECNOLOGICO	ACCIONES BASADAS EN LOS REQUERIMIENTOS DE LA FACTORIA. HACE EVOLUCIONAR TECNOLOGICAMENTE AL EQUIPO Y MEJORAR EL DESEMPEÑO DEL SISTEMA. EJEMPLO: AUMENTO DE HABILIDAD MAYOR

CUADRO (3) PROPOSITO DE LOS PROGRAMAS DE INTERVENCION EN MANTENIMIENTO.

Estas funciones estarán presentes en todas las máquinas o equipos, pero con intensidades diferentes.

1.4 COSTO DE MANTENIMIENTO

"Costo" es una palabra muy utilizada, pero nadie ha logrado definirla con exactitud, debido a su amplia aplicación, pero se puede decir que el costo es un desembolso en efectivo o en especie, hecho en el pasado, en el presente, en el futuro o en forma virtual.

En los elementos que constituyen un costo de producción intervienen: materias primas, mano de obra directa, materiales indirectos, costos de los insumos, cargos por depreciación y amortización y los costos de mantenimiento; este último es un servicio que se contabiliza por separado, en virtud de las características especiales que puede presentar. Se puede dar mantenimiento correctivo y preventivo al equipo, y a la planta. El costo de los materiales y de la mano de obra que se requieran, se carga directamente a mantenimiento, pues puede variar mucho en ambos casos. Para fines de evaluación, en general se considera un porcentaje del costo de adquisición de los equipos.

Este dato normalmente lo proporciona el fabricante y en el se especifica el alcance del servicio de mantenimiento que se proporcionará.

El costo de mantenimiento, es probablemente el factor de mayor estímulo en un negocio. Si tuviéramos los recursos económicos necesarios destinados al departamento de mantenimiento, podríamos desmontar las máquinas, ya sean bombas, turbinas o

compresoras, para reemplazar las piezas con unidades de la más alta calidad posible, contratando también a los ingenieros y mecánicos más capacitados que pudiéramos conseguir. Tendríamos realmente una sección de mantenimiento que realmente facilitaría nuestro trabajo, logrando también una mayor duración de los equipos entre fallas imprevistas. Lo mismo que no hay un círculo verdadero, la declaración anterior nunca sucede tampoco.

El aspecto del control de los costos en un departamento de mantenimiento, es un asunto complejo y sujeto a controversias. Aunque no se intenta tratar de describir detalladamente los sistemas o presupuestos de control de costos, se puede hacer alguna generalización, en relación con las técnicas del control de costos, que pueden ser útiles en la política total de control de costos de una organización de mantenimiento.

Para la buena administración de la función de mantenimiento en una planta industrial, es necesario señalar una serie de indicadores, que nos permitan evaluar la efectividad del desempeño de un grupo, internamente, y poder suministrar a la administración de nivel superior, la información que esta necesita, para evaluar la efectividad de la función de mantenimiento, como parte del cuadro total.

La mayor parte de los administradores de la función de mantenimiento, encontrarán que ningún valor de un sólo índice, sirve para evaluar el desempeño total. Será necesario para su evaluación, realizar un análisis de las tendencias de varios indicadores, para que ésta sea representativa y satisfactoria.

Todos los tipos de estándares, tienen un valor relativo. Lo importante no es cual es el mejor sistema, si no que, se usen. Si se usan, la necesidad de mejorarlos se presentara de inmediato, así mismo, los esfuerzos y costos se justificarán.

A continuación se especifican los indicadores más representativos para evaluar las tendencias en la efectividad de la función de mantenimiento, así como, sus conceptos de integración y el área de impacto.

La integración de tres indicadores básicos, nos muestran por medio de sus tendencias, el grado de efectividad en la aplicación de un sistema específico de administración y control de la función de mantenimiento, en las áreas de costos, planeación y calidad; son derivadas de los siguientes conceptos:

- 1) Costo total de mantenimiento (gasto real).
- 2) Valor del inventario de materiales y refacciones. (costo revaluado).
- 3) Valor del activo fijo bruto revaluado (sin incluir terrenos ni edificios).
4. Horas de tiempo de paro (de producción), imputable a mantenimiento.
5. Horas programadas para producción.

2. ORGANIZACION, PLANIFICACION, PRESUPUESTO Y MEDICION DEL MANTENIMIENTO

2.1 ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO

ORGANIGRAMA Y MANUAL DE FUNCIONES.

Normalmente, las funciones de cualquier Empresa pueden ubicarse en tres grandes direcciones que son:

- a) Dirección de planta
- b) Dirección de Comercialización
- c) Dirección de Administración.

La Dirección de Planta incluiría tanto las funciones de producción propiamente dichas, como también las funciones de Planificación y Control de la Producción, Control de Calidad, mantenimiento, etc..

La Dirección de Comercialización incluiría todos aquellos esfuerzos para hacer llegar el producto a los consumidores, es decir, Ventas propiamente dichas, Investigación de Mercados, diseño de nuevos productos, Producción y Publicidad, Distribución, etc..

Teniendo en cuenta estas tres direcciones entonces podemos proponer el organigrama.

Veamos ahora el manual de funciones. Como sabemos, éste debe establecer por escrito las funciones de cada puesto del organigrama incluyendo obviamente el jefe del departamento de Mantenimiento y sus subordinados. Es frecuente que los conflictos

sea causados por la ausencia de un manual de funciones o por una definición imprecisa de las mismas. Un trabajador que desconoce sus funciones tiene todo el derecho de negarse a hacer algunos trabajos, si considera que no esta está de acuerdo a las funciones que el considera que debe de cumplir.

El manual de funciones, es particularmente útil para la labor de mantenimiento, debido a que ésta es muy variada. El trabajador de mantenimiento, llena parcial o totalmente, algunos formatos como solicitud y orden de trabajo, requisición y devolución de materiales, hojas de inspección, etc., inspecciona o repara equipos, recoge los materiales y repuestos en la bodega. No es suficiente que el Jefe de Mantenimiento diga al trabajador todo lo que tiene que hacer, más bien siempre resulta indispensable que los diferentes aspectos de los trabajos estén registrados por escrito en el manual de funciones

En el momento que todas las personas de la empresa sepan exactamente sus funciones, es decir, lo que se espera de ellas, los conflictos se reducirán drásticamente y la productividad incrementará.

CLASIFICACION DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO.

Anteriormente vimos una primera clasificación de los trabajos de mantenimiento, es decir:

- a) Mantenimiento correctivo
- b) Mantenimiento preventivo

Para la mayoría de las Empresas, ésta, ni es la única clasificación, ni es suficientemente específica.

Al mismo tiempo, en la mayoría de las Empresas la clasificación del mantenimiento, en correctivo y preventivo, no es suficientemente específica, por lo que el mantenimiento preventivo se vuelve a clasificar:

-Mantenimiento diario, que consiste en aquellas actividades sencillas de mantenimiento, que el equipo requiere diariamente. Generalmente se trata de limpieza y lubricación, y normalmente queda a cargo del operario del equipo y no de los trabajadores de mantenimiento.

-Revisión general, que consiste en la revisión sistemática del buen funcionamiento del equipo. Esta revisión, se efectúa en forma visual o con la utilización de instrumentos de medición. En este tipo de revisión, es importante checar el ruido y las vibraciones del equipo, ya que éstos pueden indicar algún desperfecto potencial.

-Mantenimiento pequeño, que consiste en la revisión y sustitución de un número limitado de piezas, tales como, piezas de unión, piezas que transmiten movimiento, etc..

-Mantenimiento general, que consiste en el desmontaje y limpieza total de la máquina y sus sistemas hidráulicos, neumáticos, eléctricos, electrónicos etc.. Se supone que con este tipo de mantenimiento, el equipo debe recuperar por lo menos el 50% de su capacidad productiva original.

Precisamente, porque se considera la frecuencia como principal criterio para clasificar los trabajos en revisión general o mantenimiento pequeño, mediano o general, resulta difícil utilizar esta misma clasificación, para el mantenimiento correctivo, ya que, por definición, la frecuencia de ocurrencia del mantenimiento correctivo es aleatoria.

INSTRUCTIVOS Y FORMATOS

Para una efectiva Administración del Mantenimiento es indispensable la utilización de una serie de instructivos y formatos, que ejercen la doble función de Organización y control.

INSTRUCTIVOS

Los instructivos cumplen con la función de establecer procedimientos rígidos, por escrito, para la operación y reparación de los equipos.

FORMATOS

Un sistema integral de administración del Mantenimiento deberá utilizar los siguientes formatos:

a) Ficha Técnica del equipo, la cual será individual para cada equipo. La Ficha Técnica, es el carnet de identificación del

equipo y se hace una sola vez. Sólo el deterioro o alguna modificación del equipo, justifican su reemplazo.

b) Hoja de inspección, este formato se elabora específicamente para el mantenimiento preventivo, individualmente para cada equipo, y para cada tipo de mantenimiento preventivo, es decir, para la revisión general y el mantenimiento pequeño, mediano y general. Las hojas de inspección indican en forma precisa y clara todo lo que hay que inspeccionar, desmontar, sustituir etc. en el equipo para el mantenimiento preventivo.

c) Solicitud de trabajo. Como lo especifica su nombre, este formato se utiliza para solicitar servicios al Depto. de Mantenimiento y puede tener dos orígenes diferentes: el Depto. de Producción o el Depto. de Mantenimiento.

d) Orden de Trabajo. Normalmente la solicitud de trabajo no autoriza la realización del trabajo de mantenimiento, sino la Orden de Trabajo. La Orden de Trabajo es sin duda el documento más importante de la Administración del Mantenimiento, ya que autoriza la realización y permite el cálculo posterior de los costos de mantenimiento y de las horas de paro, por tipo de mantenimiento (correctivo y preventivo).

e) Expediente del equipo. Este formato se utiliza con el objeto de registrar todos los trabajos de mantenimiento realizados en el equipo, sean estos correctivos o preventivos.

2.2 PLANIFICACION Y PRESUPUESTO DEL MANTENIMIENTO

PLANIFICACION

La planificación incluye la determinación de objetivos, las actividades a desarrollarse para lograr estos objetivos y una calendarización de estas mismas actividades.

Como Primera Etapa de la Planificación, se deben fijar los objetivos principales.

Obviamente los objetivos no se lograrán jamás si no se realiza la Segunda Etapa de la Planificación, que es el establecimiento de las actividades a desarrollarse.

La Tercera Etapa de la Planificación, es la calendarización.

Finalmente, la Cuarta Etapa de la Planificación, es la Programación que establecera todos los detalles no contenidos en la Planificación

PRESUPUESTO

Un presupuesto es la traducción en términos económicos de todas las actividades que se realizarán en determinado período. El presupuesto se hace normalmente para un año, sin embargo, frecuentemente se especifica el monto correspondiente a cada mes.

Para el caso de la función de mantenimiento, es indispensable clasificar las actividades como sigue, ya que, el proceso de estimación de su costo puede ser bien distinto:

- a) Mantenimiento correctivo cotidiano
 - Variable
 - Fijo

- b) Mantenimiento correctivo no cotidiano
 - Variable
 - Fijo

- c) Actividades especiales

Las actividades especiales son aquellas contenidas en la Planificación, pero que no se están realizando actualmente.

Por otro lado, decimos que un gasto de mantenimiento (correctivo o preventivo), es fijo, cuando no depende del volumen de producción; inversamente, decimos que un gasto de mantenimiento es variable, cuando está directamente relacionado con el volumen de producción. En todas estas clasificaciones, habrá que estudiar separadamente los gastos correspondiente a:

- a) Mano de obra
- b) Materiales

2.3 MEDICION DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO

La medición del trabajo consiste en la determinación de la duración de una actividad cualquiera, antes o después de su realización. La medición del trabajo de mantenimiento conduce a las siguientes ventajas principales:

- a) Permite la programación de los trabajos de mantenimiento.
- b) Permite la implementación de un sistema de incentivos, ya que, la medición del trabajo, posibilita la medición del desempeño.
- c) Aumenta la productividad del personal de mantenimiento.
- d) Reduce las horas de paro.
- e) Permite conocer la composición del trabajo de mantenimiento.

TECNICAS DE MEDICION

Existen las siguientes técnicas de medición que, por lo menos teóricamente, pueden aplicarse para la medición del trabajo de mantenimiento:

- a) Estudio de tiempo (cronometraje)
- b) Muestreo del trabajo
- c) Tiempos históricos (o datos estándares)
- d) Tiempos predeterminados
- e) Estimación (simple, analítica o comparativa).

El muestreo del trabajo, es la técnica más usada para la medición del trabajo de mantenimiento y en la mayoría de los casos, se utiliza para determinar la productividad de la mano de obra o la composición del trabajo de mantenimiento.

3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo incluye todos aquellos trabajos programados por el Departamento de Mantenimiento, dirigidos a mantener el equipo funcionando a plena capacidad y con las especificaciones requeridas. El Mantenimiento preventivo se anticipa e intenta evitar las descomposturas del equipo

3.1 REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo, deberán tomarse algunas precauciones y garantizar algunos prerequisites que son los siguientes:

a) Diseñar un sistema de recopilación de información o revisar el ya existente.

Este consta generalmente de las solicitudes de trabajo, órdenes de trabajo, solicitudes y devoluciones de material y algunos otros formatos para reportes periódicos. El sistema de recopilación debera proporcionar, por lo menos, la siguiente información por cada trabajo de mantenimiento realizado.

- Horas de paro del equipo.
- Mano de obra utilizada (horas-hombre)
- Materiales utilizados.

b) Revisar el estado de las máquinas.

Previo a la implementación del mantenimiento preventivo, cada máquina deberá ser revisada cuidadosamente y renovada si es necesario, de tal manera que todas las máquinas que serán incluidas en el mantenimiento preventivo, presenten condiciones razonables de funcionamiento.

c) Hacer una revisión del estado actual y futuro del inventario de repuestos.

Si no se puede garantizar un inventario mínimo de repuestos que permita el funcionamiento normal del mantenimiento preventivo, éste nunca será implementado en su totalidad y sus beneficios no se obtendrán o serán mucho menores que los que podrían esperarse.

d) Garantizar la mano de obra y los equipos del mantenimiento preventivo.

Deberán de adquirirse todos los equipos que se utilizarán en las inspecciones preventivas.

e) Garantizar los recursos financieros

f) Obtener y organizar la información técnica sobre el equipo.

Los catálogos de los fabricantes, generalmente ofrecen información muy valiosa para la implementación del mantenimiento preventivo.

3.2 ETAPAS PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La implementación de un sistema de mantenimiento preventivo deberá ser muy cuidadosa, por lo que, se recomienda por lo tanto; que se sigan rigurosamente estas etapas para la implementación del mantenimiento preventivo.

- a) Obtener la autorización de la Dirección General.
- b) Organizar una reunión informativa/explicativa con el personal de mantenimiento y producción.

En esta reunión con los trabajadores de producción y mantenimiento, el responsable de mantenimiento deberá:

- Explicar las necesidades de la implementación del mantenimiento preventivo.
- Dejar claro que los beneficios del mantenimiento preventivo sólo se obtendrán después de varios meses.
- Resaltar la importancia del cumplimiento de lo escrito en el programa anual del mantenimiento preventivo.
- Explicar detalladamente, con un lenguaje franco y claro, cómo funcionará el sistema de mantenimiento preventivo y cuál será la participación de los trabajadores en su diseño e implantación.
- Explicar la participación de los trabajadores en el éxito o en el fracaso del sistema de mantenimiento preventivo.

c) Seleccionar los equipos que se incluirán en el sistema de mantenimiento preventivo.

No conviene implementar el mantenimiento preventivo de "golpe" a toda la empresa sino por partes, sumando las máquinas o secciones, gradualmente al sistema hasta que toda la planta esté incluida.

Los primeros equipos a ser incluidos en el sistema deberán ser los siguientes:

- Los equipos que representan una gran inversión .
- Los equipos cuya descompostura afecta gravemente a la producción
- Los equipos que representen riesgo de cualquier tipo a los trabajadores.
- Los equipos que no tienen sustituto.
- Los equipos cuyos costos de inspección son muy inferiores a los costos de descomposturas.

d). Diseñar los formatos.

Un sistema eficiente de mantenimiento preventivo requerirá de todos los formatos:

- Ficha técnica.
- Hoja de inspección.
- Solicitud de trabajo.
- Expediente del equipo.
- Requisición y devolución de materiales.
- Reportes periódicos.

e) Determinar los elementos tecnológicos de cada equipo.

Los elementos tecnológicos, son todos aquellos sistemas, subsistemas, piezas, partes o puntos de lubricación, que deben ser revisados en caso de inspección del mantenimiento preventivo.

f) Determinar la frecuencia de inspección de los elementos tecnológicos.

Una vez hecha la lista de los elementos tecnológicos, se establecerá su frecuencia de inspección. Para esto, podrán utilizarse 3 fuentes principales de información:

- La experiencia del personal de mantenimiento
- Los catálogos de los fabricantes de los equipos
- Los registros históricos del Depto. de Mantenimiento.

g) Determinar los tipos de frecuencias del mantenimiento preventivo y ubicar a los elementos tecnológicos.

Como se mencionó anteriormente, el mantenimiento preventivo puede clasificarse en cinco tipos:

- Mantenimiento diario
- Revisión general
- Mantenimiento pequeño
- mantenimiento mediano
- Mantenimiento general.

El mantenimiento diario, siempre queda a cargo del operario del equipo, de modo que el mantenimiento preventivo propiamente dicho, se ocupa únicamente de los cuatro últimos.

h) Determinar el tiempo de realización de cada tipo de mantenimiento preventivo.

i) Llenar las hojas de inspección de cada tipo de mantenimiento preventivo.

Utilizando las hojas de inspección previamente diseñadas, se prepararan las hojas correspondientes para cada tipo de MP.

j) Programar las inspecciones del mantenimiento preventivo.

El programa anual del mantenimiento preventivo establece por máquina el día de realización de cada uno de los cuatro tipos de inspección.

k) Periodo de prueba.

El primer programa anual del mantenimiento preventivo deberá incluir un periodo de prueba, principalmente para poner a prueba los formatos y específicamente las hojas de inspección. Al final del periodo de prueba, se harán las modificaciones necesarias a los formatos y a las hojas de inspección y se empezará entonces con la implementación definitiva del sistema.

l) Implementación definitiva del sistema.

La implementación definitiva del sistema, se hará inmediatamente después del período de prueba, de preferencia sin interrumpir su funcionamiento ni un solo día.

m) Control del sistema de mantenimiento preventivo.

La elaboración de los reportes periódicos, presentan un resumen de los resultados obtenidos con la implementación del mantenimiento preventivo.

3.3 OBSERVACION FINAL SOBRE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las personas involucradas directa o indirectamente en la implementación del sistema de mantenimiento preventivo, deberán estar consientes de lo siguiente:

- Si para la implementación del mantenimiento preventivo se hace necesaria la renovación de varios equipos, este costo no deberá cargarse al sistema de mantenimiento preventivo, ya que corresponde a un mantenimiento correctivo que no se realice oportunamente.

4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIANTE ORDENADOR

El mantenimiento preventivo puede ser definido, de un modo sencillo, como la prestación de los servicios necesarios para conservar las máquinas en funcionamiento, con el mínimo de paros y el mínimo de costo.

El sistema que se detalla a continuación, ha sido establecido con base en dos ideas; pretende ser una ilustración de los principios básicos de todo esquema de este tipo, aunque es evidente que cada trabajador tendrá sus condiciones particulares.

Para conseguir un buen programa de mantenimiento, el sistema debe de responder a los requisitos siguientes:

- (a) Información exacta del historial de cada máquina.
- (b) Plena utilización del personal de mantenimiento.
- (c) Buena calidad del mantenimiento.
- (d) Información exacta del mantenimiento y de los movimientos
- (e) Control general efectivo del sistema.
- (f) Adecuada flexibilidad del sistema.

Un sistema de mantenimiento esta influido por muchos factores, y el éxito de todo esquema depende de la completa cooperación entre el administrador y los departamentos de producción, planificación, mantenimiento y finanzas.

Inicialmente la mayor parte del trabajo básico, será discutido entre el jefe de mantenimiento y sus encargados y luego en una etapa posterior con los propios oficiales. Es aconsejable que sea el propio ingeniero de mantenimiento quien se

responsabilice de la administración, si es así, debe asumir esta responsabilidad desde el comienzo de implantación del esquema.

La decisión de dividir el sistema en partes, es muy importante.

Cuando se ha planificado un cambio del sistema actualmente existente a un sistema mediante ordenador, o bien, tiene que implantarse éste inicialmente, es esencial considerar la magnitud del trabajo implicado y siempre que sea posible, dividir el sistema en unidades suficientemente pequeñas para que sean fácilmente manejables.

Los beneficios que se derivan de un sistema de mantenimiento controlado mediante ordenador, son inmensos y pueden resumirse así:

- (a) Aumento de la producción, debido a la reducción del mantenimiento no programado.
- (b) Aumento de la vida útil de las máquinas, debido a un mantenimiento preventivo adecuado y a la lubricación a intervalos regulares.
- (c) Reducción de los costos totales de mantenimiento, debido a la plena utilización del personal de mantenimiento.
- (d) Simplificación del problema, cuando los programas relativos al personal de mantenimiento han de alterarse.
- (e) Aumento de la producción, debido a los análisis regulares de las máquinas, que permiten la dirección de un mantenimiento planificado, con la plena cooperación de todo el personal involucrado.

4.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA

Al ingresar al ambiente del SISTEMA DE INFORMACION DE MANTENIMIENTO, obtenemos una pantalla con un menú principal que tiene 6 opciones:

```
SERVICIOS NO PROGRAMADOS.....[1]
SERVICIOS PROGRAMADOS.....[2]
ANALISIS ESTADISTICO DEL SERVICIO.....[3]
ROUTINAS ESPECIALES.....[4]
ACTUALIZACION DE ARCHIVOS.....[5]
TERMINAR SESION.....[0]
```

El propósito de este capítulo es explicar detalladamente la forma de integrar los datos a la computadora, de la manera que más le convenga según sus necesidades específicas.

Deberá seleccionar la opción [5] del menú principal del sistema de información de mantenimiento (S.I.M): "ACTUALIZACION DE ARCHIVOS".

Aparecerá un nuevo menú con once opciones: diez de edición y una para cancelar:

```
AREAS PRODUCTIVAS.....[1]
TIPOS DE MAQUINA.....[2]
ESTADOS DE MAQUINA.....[3]
SISTEMAS DE MAQUINA.....[4]
CUADRILLAS DE SERVICIO.....[5]
CATEGORIAS Y SALARIOS.....[6]
CUENTAS DE GASTOS.....[7]
PERSONAL SUPERVISION.....[8]
PERSONAL EJECUCION.....
MAQUINARIA Y EQUIPO.....[0]
Cancelar (salir).....[F10]
```

Oprimiendo la tecla con el número correspondiente a la opción deseada, aparecerá una pantalla con los datos actuales en el sistema.

Existen tres opciones dentro de esta pantalla, las cuales pueden invocarse, oprimiendo la primera letra (en color amarillo resaltado) que las define:

EDITAR (consultar, modificar, añadir, borrar),

LISTAR (obtener una copia por impresora), y

TERMINAR

Todas las pantallas de base de datos son iguales y los datos se integran a la base maestra en el momento en que son tecleados por ello no hay opción de "SALVAR", porque de hecho, todo se salva automáticamente.

MODULO 1 SERVICIOS NO PROGRAMADOS

Para ingresar al módulo 1 deberá seleccionarse la opción marcada como: [1], en el menú principal del sistema. Un nuevo menu con seis opciones aparecerá en pantalla:

MENU DE SERVICIOS NO PROGRAMADOS

ALTA DE SERVICIOS TERMINADOS	[1]
SERVICIOS PENDIENTES	[2]
CONSULTA DE ORDENES TERMINADAS	[3]
ACTUALIZACION ORDENES TERMINADAS	[4]
RESPALDO DE ARCHIVOS A DISCO	[5]
MENU ANTERIOR	[0]

MODULO 2. SERVICIOS PROGRAMADOS.

El sistema preventivo se encarga de preparar una secuencia de trabajos, a partir de tres tipos de datos: fechas, programas y máquinas.

Esta secuenciación de trabajos, recibe el nombre de programación de servicios preventivos, y para llegar a ella con el máximo aprovechamiento de las facilidades del sistema, el equipo de trabajo es el encargado de integrar el preventivo a la planta.

SERVICIO

Es una entidad de información que contiene los datos necesarios para realizar un trabajo específico a la máquina, excepto número de máquina y fecha. Los datos son los siguientes:

- 1 [CODIGO];
- 2 [TIPO];
- 3 [CLAVE];
- 4 [DESCRIPCION];
- 5 [FRECUENCIA];
- 6 [SISTEMA];
- 7 [ESPECIALISTA];
- 8 [PARAR];
- 9 [TIEMPO ESTANDAR].

MODULO 3. ANALISIS ESTADISTICO DEL SERVICIO

Es el módulo encargado de generar los modelos cuantitativos para la toma de decisiones.

Está integrado por tres opciones básicas, en un menú con la siguiente forma:

PARAMETROS COMPOSICION *AET TERMINAR

El programa espera la primera letra de cada opción para ingresar o cancelar la sesión.

En este módulo, se podrá obtener información a diferentes niveles de complejidad, desde un listado con tiempos de paro por emergencia, hasta la probabilidad de cero fallas en los siguientes 30 días. Todos los modelos están diseñados para que se seleccione inicialmente el sujeto de aplicación y tenga la posibilidad de comparar indicadores según las necesidades más exigentes.

Se podrá contestar preguntas como las siguientes:

¿Cuál es el total de tiempo empleado en los servicios realizados a la máquina A-1?

¿Cuál es el total de tiempo empleado en los servicios del area de pinturas?

¿Cuál es la confiabilidad y la disponibilidad esperada en los tornos horizontales del area A-1 en el tercer turno?

¿Qué supervisor es más rápido en la atención del sistema eléctrico?

En realidad, existen las combinaciones que se requieran para el control administrativo de su departamento, con base en datos reales, confiables y fundamentalmente que puede obtenerlos en pocos minutos.

* Análisis estadístico de tiempos.

PARAMETROS DEL SERVICIO.

Se entiende por parámetro del servicio, el número de horas y de intervenciones realizadas a una entidad de trabajo (máquina o selección del usuario), en cada tipo de mantenimiento posible: emergencia, correctivo, etc..

Como resultado de información en esta opción, el sistema ofrece las cifras correspondientes a cada entidad en formato de pantalla o impreso.

Para ingresar a la opción Parámetros del Servicio deberá teclearse la letra "P" o "p" desde el menú principal del módulo 3.

Aparecerá un menú, desplegado de la siguiente forma:

UNA MAQUINA	[1]
UN AREA	[2]
UN TIPO DE MAQUINA	[3]
TODOS LOS EQUIPOS	[4]
CANCELAR	[0]

MODULO 4. RUTINAS ESPECIALES.

Inicialización de período

Este procedimiento deberá correrse, cada vez que se desee hacer corte de cuentas para indicadores. En la mayoría de los casos esto ocurre al final de cada mes.

4.2 INTEGRACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.

La integración del sistema de mantenimiento a su empresa puede considerarse un proyecto que consta de tres etapas fundamentalmente:

ETAPA	DEFINICION	ACCIONES
1	Preparación.	<p>Formacion de base de datos general.</p> <p>Base de datos de preventivo.</p> <p>Preparación de Orden de Trabajo.</p> <p>Como resultado de esta etapa, el sistema está listo para usarse. Es posible iniciar la captura ininterrumpida y obtener datos de historia clínica.</p> <p>Es posible tambien obtener programas de servicio preventivo.</p> <p>La base de datos general, puede completarse en una o dos semanas, dependiendo del numero de equipos y de la informacion disponible. La base de datos de preventivo, puede llevar incluso varios meses, si los programas no estan diseñados; en caso contrario es posible integrar los datos en dos o tres semanas.</p>

2 **Mantenimiento.** Obtencion de reportes mensuales, consistente de Historia Clínica. Esta etapa se caracteriza por la plena utilización del sistema a nivel de usuario. Es posible acceder información, para construir modelos de toma de decisiones y se tienen documentados varios periodos de historia clínica. Puede tomar uno o dos meses a partir de la integración de la etapa 1.

3 **Control Estadístico del Desempeño.** Elaboración de gráficas de control. Construcción de modelos de confiabilidad.

En esta etapa el CONTROL ESTADISTICO DEL DESEMPEÑO es consistentemente llevado a cabo y la gerencia puede basar ciertas decisiones, en los modelos generados. Es esta etapa el objetivo del sistema SIM.

METODOLOGIA DE ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO

5. CONCEPTOS DE EVALUACION Y PRODUCTIVIDAD DE LA FUNCION DE MANTENIMIENTO EN LA FABRICA DE ARMAS.

5.1 EVALUACION DE LAS FUNCIONES DE MANTENIMIENTO.

Para la realización de la evaluación de las funciones de mantenimiento en la fábrica de Armas, se considera haberse tomado un criterio de un enfoque práctico e integrador para la toma de decisiones, con la estrategia y el ambiente deseado, haciendo uso de todos los recursos puestos a disposición, con la finalidad de cumplir con lo previsto en la elaboración de este trabajo.

5.2 CONTROL DEL TRABAJO Y SOPORTE LOGISTICO.

Actualmente la fábrica de Armas enfoca sus funciones de mantenimiento preventivo y correctivo a un mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo a la figura. (1) "CLASIFICACION DE TRABAJOS"; dicha figura representa a un tipo de organización militar o de línea, la cual presenta ventajas e inconvenientes del control de sus funciones. Las causas de las demoras de mantenimiento, son debidas principalmente a que no en todos los casos se cuenta con todos los materiales y refacciones necesarias, para efectuar inmediatamente las reparaciones necesarias.

En lo concerniente a la maquinaria y equipo, el mantenimiento eléctrico, electrónico y mecánico, se lleva a cabo mediante un programa de mantenimiento preventivo calendarizado, el cual se

realiza ininterrumpidamente a razón de cinco máquinas por día, independientemente del mantenimiento preventivo básico que el operador o usuario realiza, manteniendo limpias y lubricadas todas las partes de la máquina.

En la **figura (2) "MANTENIMIENTO"**, se representa el procedimiento actual por el cual se lleva a cabo la función mantenimiento en la fábrica de Armas; se observa que planeación y control de la producción, establecen las prioridades de mantenimiento, de acuerdo a los procesos de producción y a la situación de producción que se esté llevando a cabo. La efectividad

del trabajo se refleja en que su cantidad de maquinaria fuera de servicio, se considera como un índice bajo, en relación a los resultados obtenidos en otras épocas de la factoría. Actualmente la fábrica controla el mantenimiento de su maquinaria y equipo por medio de tarjetas, ya que, el empleo de equipo de computo lo destina a funciones prioritarias a juicio de la dirección de la factoría; tales prioridades son enfocadas a planeación y control de la producción, ingeniería, inventarios y almacenes.

CLASIFICACION DE TRABAJOS

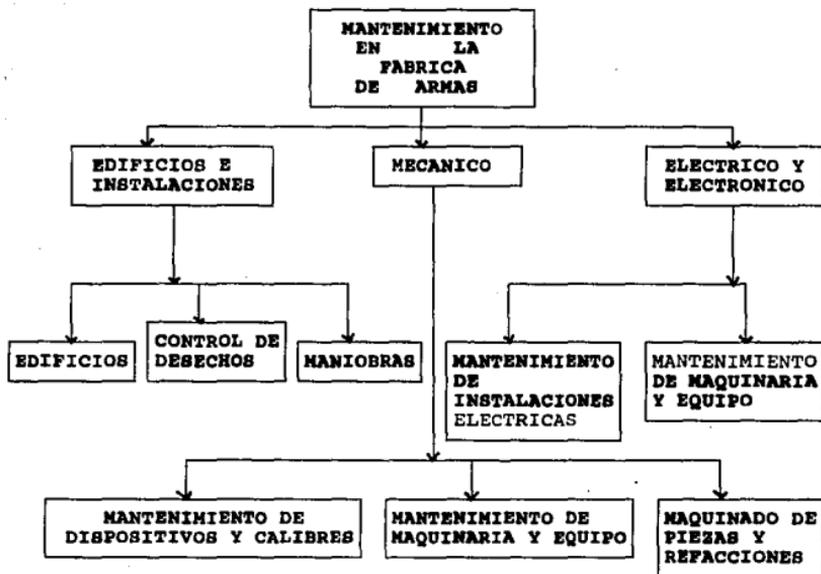


FIG. (1) CLASIFICACION DE TRABAJOS

MANTENIMIENTO

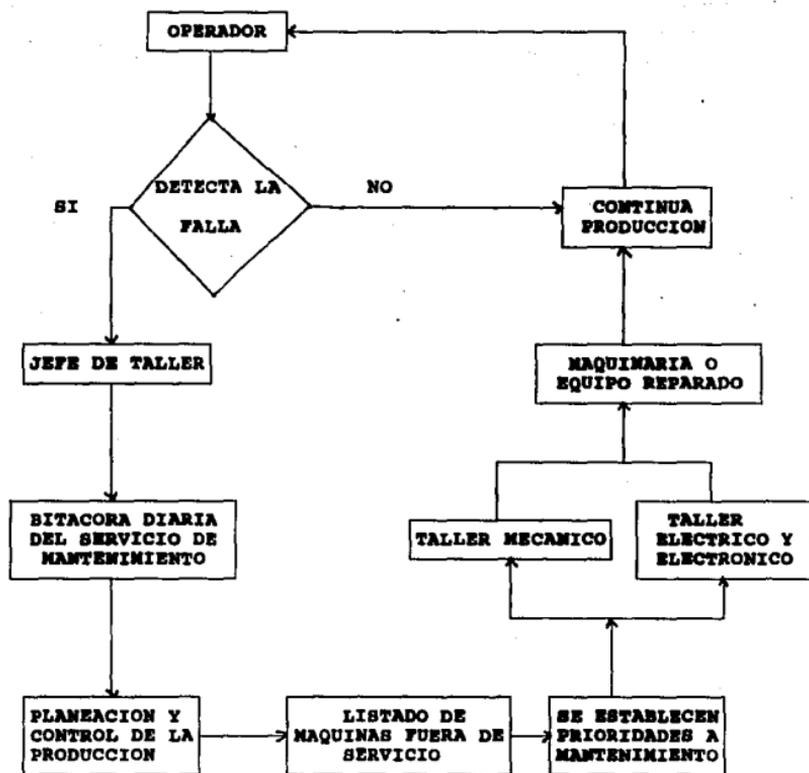


FIG. (2) MANTENIMIENTO

En la **figura (3) "MANTENIMIENTO CONTROLADO"**, se propone el flujo de administración y control de la función mantenimiento, para clasificar el área de producción de la planta, en tres jerarquías: Vitales; Importantes y Triviales, haciendo uso del lay-out de la fábrica, para que, en base a la carga de trabajo, se logre inventariar las necesidades de la función mantenimiento y mediante un símbolo y clave correspondiente, se plantee y se señale la distribución de la maquinaria, con el fin de reducir los tiempos muertos, optimando el flujo de inspección y reparación, así como, proporcionar un orden definido de acciones y operaciones para los elementos sometidos a rutina.

MANTENIMIENTO CONTROLADO

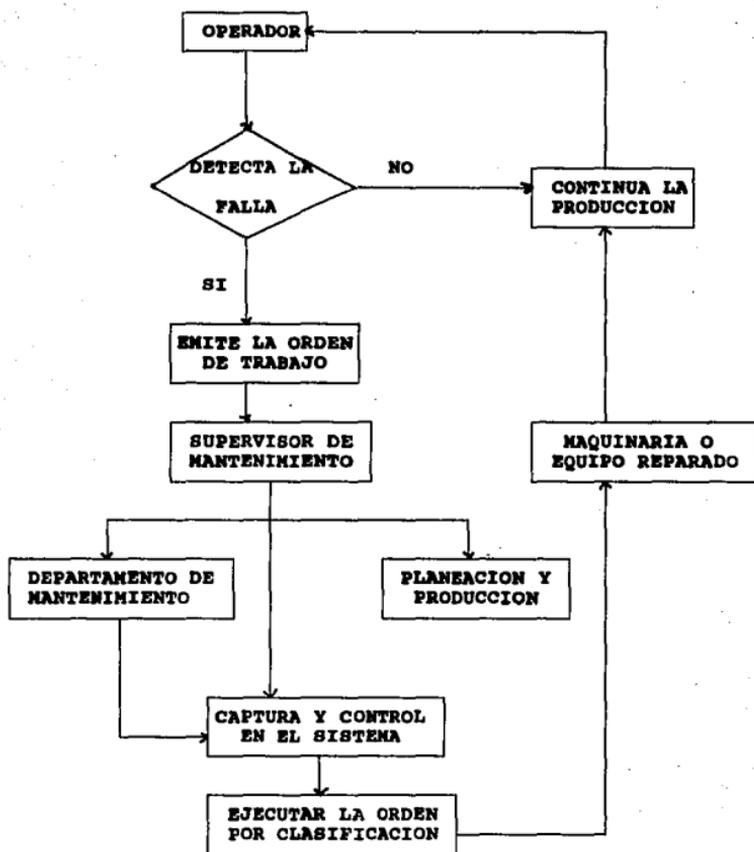


FIG. (3) MANTENIMIENTO CONTROLADO

5.3 SOPORTE TECNICO.

El área de mantenimiento de la fábrica, cuenta con personal especializado para la resolución de los problemas concernientes; desde personal ayudante, obreros calificados, técnicos e ingenieros; si no está en ellos tener la capacidad para resolver el problema, por tratarse de tecnología sofisticada, dada la diversidad de maquinaria y equipo con que cuenta, la dirección realiza contratos con las compañías proveedoras o especializadas en esos equipos.

En función del operador o jefe de taller, las fallas se analizan con el empleo de sus departamentos de mantenimiento mecánico, eléctrico y electrónico, por inspección y revisión de los elementos correspondientes, existiendo una coordinación entre cada uno de ellos.

Se puede concluir que el mantenimiento en la fábrica de Armas, se realiza por medio de directivas, con sus ventajas y desventajas, de acuerdo a su organización militar, presentando la carencia de un sistema computarizado de mantenimiento para el control técnico y administrativo, en lo referente a su maquinaria y equipo.

5.4 HIPOTESIS DEL MANTENIMIENTO

En una opinión generalizada, la mejora de las actividades y habilidades de los trabajadores, supervisores y administradores, proporciona la mayor oportunidad para incrementar la productividad de la función de mantenimiento en la fábrica de Armas.

Si se hace uso del paquete computacional propuesto, se podrá actualizar la historia clínica de la maquinaria o equipo en el instante de la captura.

Los objetivos primordiales de la hipótesis son:

1. ESTABLECER UN METODO DE CONTROL PARA LA PLANEACION Y PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO EN LA FABRICA DE ARMAS.
2. INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE DICHA EMPRESA.
3. REDUCIR EL TIEMPO DEDICADO A LA GENERACION DE DOCUMENTACION ESCRITA POR PARTE DE LOS SUPERVISORES.
4. MEJORAMIENTO DE LAS RELACIONES EN LAS AREAS DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCION.
5. AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL TECNICO A TRAVES DE METODOS MAS EFECTIVOS Y EFICIENTES DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION.

6. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA EN LA FABRICA

El propósito de este capítulo, es explicar la forma de integrar los datos a la computadora, de la manera que más convenga según las necesidades.

La creación, mantenimiento y consulta de su base de datos, es el primer paso para implantar el modelo computarizado. El modelo computarizado que se utiliza para la concepción de la tesis, se denomina Sistema de Información de Mantenimiento (S.I.M. 1.0). Este sistema ha estado operando en algunas plantas del grupo SPICER, con sus ventajas y limitaciones, de acuerdo a la forma natural en que evoluciona un sistema de mantenimiento.

Las siguientes finalidades conceptuarán la elaboración de este sistema computarizado:

1. De que al hacer uso de este paquete computarizado, el ingeniero de mantenimiento evite el trabajo repetitivo del cálculo de los indicadores estadísticos.
2. Lograr la creación de indicadores estadísticos que nos permitan tomar mejores decisiones en el mantenimiento.
3. Crear un sistema de información, para hacer del mantenimiento una ingeniería y no una artesanía.
4. Tener un apoyo para la programación rutinaria del servicio.
5. Que el ingeniero de mantenimiento, se dedique a la realización de sus funciones como tal, y no como calculista de datos rutinarios.

Debemos tomar en cuenta que al introducir una nueva técnica, es necesario conocer su ciclo de vida, como un proceso emergente. Es decir que su 1a. Etapa consiste en la creación de la idea, la 2a. Etapa es el desarrollo, la 3a. Etapa es la implementación, difusión y explotación, y la 4a. Etapa y última es conocida como decadencia y actualización.

Entendiéndose como proceso emergente, a la planeación que se conceptua como una forma de aprendizaje (una forma de aprender y adaptarse), ya que, la planeación tiene como objetivo a los sistemas y como problema el prevenir y evaluar los efectos del medio ambiente.

6.1 INSTALACION DEL SISTEMA.

El Sistema de Información de Mantenimiento (S.I.M. 1.0) corre en ambiente IBM-PC,xt/at o compatible con sistema operativo version 2.0 o superior.

640 Kbytes de memoria RAM como mínimo. con disco rigido de al menos 10 Mbytes.

Monitor a color no indispensable

Impresora de 80 columnas, con opción de caracteres condensados.

Los programas del sistema de información de mantenimiento no requieren instalación, basta con copiar los ficheros al disco duro y proceder a ejecutar el programa SIM.

El sistema ocupa de 2 a 4 Mbytes en operación normal dependiendo fundamentalmente de:

1. La cantidad de equipos bajo control.
2. El volúmen de servicios no programados.
3. El tamaño de los programas preventivos .

Para 230 equipos cargados, 250 servicios no programados mensuales y 600 servicios preventivos, se ocupan 3 Mbytes en promedio.

La versión 1.0 del sistema de información de mantenimiento (SIM) consta de seis discos con la siguiente distribución:

NOMBRE	NUMERO
SIM EXE	1
SIM OVL	2
SIM NDX-1	3
SIM NDX-2	4
SIM DBF	5
SIM FRM	6

La instalación en disco duro se realiza de la siguiente forma:

Se crea un directorio y se copian los seis discos en el mismo directorio. Por ejemplo, para el disco No. 1:

```
C:\> MD SIM
C:\> A: ó B:
A:\>COPY *.* C:\SIM
```

Se procede de igual manera con los discos restantes.

Para iniciar la sesión en el sistema de información de mantenimiento (S.I.M.), solo debe teclear la instrucción:

```
c:\>SIM
```

En ese momento aparecerá una pantalla con información del SIM, y se pedirá la actualización opcional de la fecha y hora del sistema. Una vez aceptados esos datos, aparece la pantalla de bienvenida al sistema, y se oprime cualquier tecla para ingresar al menú principal.

Tendrá seis opciones:

```
SERVICIOS NO PROGRAMADOS.....[1]
SERVICIOS PROGRAMADOS.....[2]
ANALISIS ESTADISTICO DEL SERVICIO.....[3]
RUTINAS ESPECIALES.....[4]
ACTUALIZACION DE ARCHIVOS.....[5]
TERMINAR SESION.....[0]
```

6.2 ORGANIZACION DE LA BASE DE DATOS

En el mantenimiento, se requiere documentar: datos y eventos. La efectividad del proceso de documentación, puede incrementarse si la persona destinada a interpretar los hechos, cuenta con la capacidad necesaria para hacerlo. La documentación de datos se refiere a la caracterización y definición de la maquinaria y equipo de la planta. La documentación de eventos incluye todos los sucesos pertinentes a la máquina y equipo, para el análisis posterior en un intervalo de tiempo limitado.

COMPONENTES BASICOS

El propósito de esta parte del capítulo, es explicar detalladamente la forma de integrar los datos a la computadora, de la manera que mas convenga segun las necesidades específicas.

Deberá seleccionar la opción [5] del menú principal del Sistema de Información de Mantenimiento (S.I.M): "ACTUALIZACION DE ARCHIVOS".

Aparecerá un nuevo menu con once opciones: diez de edicion y una para cancelar:

AREAS PRODUCTIVAS.....	[1]
TIPOS DE MAQUINA.....	[2]
ESTADOS DE MAQUINA.....	[3]
SISTEMAS DE MAQUINA.....	[4]
CUADRILLAS DE SERVICIO.....	[5]
CATEGORIAS Y SALARIOS.....	[6]
CUENTAS DE GASTOS.....	[7]
PERSONAL SUPERVISION.....	[8]
PERSONAL EJECUCION.....	[9]
MAQUINARIA Y EQUIPO.....	[0]
Cancelar (salir).....	[F10]

Oprimiendo la tecla con el numero correspondiente a la opcion deseada, aparecerá una pantalla con los datos actuales en el sistema.

Existen tres opciones dentro de esta pantalla, las cuales pueden invocarse oprimiendo la primer letra (en color amarillo resaltado) que las define:

EDITAR (consultar, modificar, añadir, borrar),
 LISTAR (obtener una copia por impresora), y
 TERMINAR

Todas las pantallas de base de datos son iguales y los datos se integran a la base maestra en el momento en que son teclados, por ello no hay opcion de "SALVAR", porque de hecho, todo se salva automáticamente.

DEFINICIONES.

AREA PRODUCTIVA

Es el nombre que describe a la FUNCION PRODUCTIVA de un area o departamento especifico en la empresa.

Ejemplo:

AREA DE CORTE
AREA DE TRATAMIENTO TERMICO
ACABADO
PINTURAS
EMBOTELLADO

LINEA PRODUCTIVA

Se definen Líneas como subagrupaciones dentro de áreas productivas.

Ejemplo:

ACABADO EXPORTACION
ACABADO NACIONAL

CELULA PRODUCTIVA

Para distinguir subgrupos de líneas productivas.

FUNCION DE MAQUINA

Es el nombre que permite distinguir a un equipo por su función productiva.

Ejemplo:

EQUIPOS DE PRODUCCION. Transforman materia prima.

EQUIPOS DE VERIFICACION. Miden el producto.

EQUIPOS DE TRANSPORTE DE MATERIALES.

EQUIPOS DE COMUNICACION.

EQUIPOS DE SERVICIOS.

TIPO DE MAQUINA.

Es la clasificación que permite distinguir los equipos por su mecanismo o principio de operación.

Ejemplo:

CORTADORA HIDRAULICA

LAVADORA DE VAPOR

MOLDEADORA

MOLDEADORA ELECTRICA

PRENSA MECANICA

NUMERO DE MAQUINA

Conjunto de caracteres, que permiten distinguir a la máquina de manera única.

CUADRILLA

Conjunto de personas agrupadas por una entidad de organizacion común:

mismo supervisor, o

mismo turno, o

misma área de trabajo.

ESTADO DE UNA MAQUINA

Atributo que permite clasificar los equipos por su disponibilidad a la produccion.

Ejemplo:

ALTA

BAJA TEMPORAL

RECONSTRUCCION

AREAS PRODUCTIVAS MENU [5]-[1]..

Será necesario definir las AREAS PRODUCTIVAS de la planta. Esta clasificación, es la más general y es independiente de todas las demás clasificaciones.

Se recomienda que esta clasificación, corresponda con la secuencia del proceso.

El sistema no está restringido en cuanto al número de áreas por definir, sin embargo permite solo 3 caracteres para la clave del área productiva y 30 caracteres para descripción.

Ejemplo:

AREA PRODUCTIVA	DESCRIPCION
RMA	Recibo de materiales
COR	Corte
EVS	Envasado y Sellado

Para la designacion de las claves correspondientes a cada área, el sistema no requiere tener en cuenta ningún tipo de caracter o letra, caracter o letra, que funcione como llave, sin em práctica iniciar con una misma letra la clave de todas las areas con características afines como: "P" para las de producción, "E" las de espera, etc..

Para facilitar la designación de claves, se ha diseñado un formato para llenar los datos, antes de que estos se lleven a la computadora.

TIPOS DE MAQUINAS MENU: [5]-[2].

Es muy importante tener en cuenta que cada familia de máquinas definida, tendrá un programa preventivo idéntico, por lo tanto, defina las familias de máquinas, con el grado de detalle que desee en el programa preventivo.

Ejemplo:

Supongamos que la fábrica tiene dos tipos de tornos horizontales, unos hidráulicos y otros de transmisión mecánica por engranes, se tienen dos opciones:

	CODIGO	DESCRIPCION
a)	PTH	PRODUCCION, TORNO HIDRAULICO
	PTM	PRODUCCION, TORNO MECANICO
b)	PTO	PRODUCCION, TORNOS

En el primer caso (a), deberá definir un programa preventivo para TORNOS MECANICOS, y otro aparte, para TORNOS HIDRAULICOS, lo que resulta mejor en selectividad y precision del servicio preventivo, aunque mayor tiempo de diseño y de procesamiento de datos. En el segundo caso (b), todos los tornos de la planta se consideran dentro de la misma familia y por lo tanto tendran el mismo programa preventivo. El grado de detalle en la designación de las familias de máquinas, depende de las metas de mantenimiento preventivo de cada organización.

El sistema permite 3 caracteres para la clave de FAMILIA DE MAQUINAS (CODIGO), y 30 caracteres para la descripción.

Aunque el sistema no restringe de ninguna manera la naturaleza de las claves a introducir, es muy recomendable que la primer letra de estas, sea un caracter representativo de la FUNCION del equipo, lo que permitirá distinguir los equipos de una manera rápida en la generación de reportes.

ESTADOS DE MAQUINA. MENU: [5]-[3].

En la mayoría de los casos se distinguen tres estados generales del equipo:

ALTA

BAJA DEFINITIVA

RECONSTRUCCION

La version 1.0 del SIM tiene por diseño la clave ALTA y esta designada por la letra "A", sin embargo, se tiene la opción de definir cualquier numero adicional de estados posibles del equipo. Puede utilizarlos para caracterizar el inventario físico con mayor precisión.

El sistema le dá un caracter para la clave del estado de máquina y 20 caracteres para su descripción.

Para facilitar la designación de claves, se ha diseñado un formato para llenar los datos, antes de que estos se lleven a la computadora

SISTEMAS DE MAQUINA. MENU: [5]-[4].

El término "Sistemas de Máquina", se utiliza para designar una clasificación de los dispositivos de máquina, en función del tipo de fuerza motriz que los opera.

En esta versión del SIM, los sistemas de máquina estan dados de alta, y por lo tanto, no es necesario integrarlos a la base de datos. Solo es importante distinguir las claves que el sistema asigna, para cada sistema en particular, y son las siguientes:

Hidráulico,	HI
Estático,	ES
Neumático,	NE
Eléctrico,	EL
Electrónico,	EE
Cinemático,	CI
Extracción,	EX
Lubricación	LU

CUADRILLAS DE SERVICIO. MENU: [5]-[5]

Deberán definirse claves de tres caracteres para designar las cuadrillas de trabajo.

La cuadrilla es un conjunto de personas, que conviene agruparlas para analizar sus indicadores, por separado de otros grupos.

El sistema pide una clave para la cuadrilla, si ingresa una ya existente, aparecerá un mensaje indicando que: "esta clave ya está dada de alta" y podrá modificarla. Si lo que desea es removerla, simplemente borre la clave, para que el sistema interprete que no debe salvarla.

Para dar de alta una cuadrilla, es recomendable definir un presupuesto de la proporción de tiempo, que este grupo de personas deberá dedicar a cada tipo de mantenimiento. El siguiente cuadro muestra un ejemplo:

CLAVE	DESCRIPCION	PROPORCION DE TIEMPO					TOTAL
		EM	CO	PV	PD	RE	
PRE	Preventivo	00	25	50	00	00	75
EM1	Correctivo	90	10	00	00	00	100

CATEGORIAS Y SALARIOS MENU: [5]-[6]

Este archivo, es el encargado de proveer la información para la asignación del costo por mano de obra directa, de cada orden de trabajo, tanto programada como no programada.

Es importante que considere que los datos a ingresar son COSTO POR HORA POR CATEGORIA/TURNO, es decir, deberá construir una tabla como la siguiente antes de introducir los datos:

A	B	C	D	E
CATEGORIA	TURNO	HORAS/TURNO	SUELDO DIARIO	COSTO HORA D/C
A	1	8.5	35,000	4,117.6
A	2	8.0	35,000	4,375.0
A	3	7.5	35,000	4,666.7
B	1	8.5	30,000	3,529.4
B	2	8.0	30,000	3,750.0
B	3	7.5	30,000	4,000.0
.				
.				
E	3	7.5	22,000	2,933.3

tabla (1). Ejemplo de cálculo de costos de hora hombre por categoría/turno. El sueldo diario es el sueldo integrado.

Inicialmente la pantalla presenta un listado de los datos existentes y un menú inferior, pidiendo una de dos opciones: Otra categoría o Terminar.

La opción "Otra Categoría", le permite crear o editar una asignación ya existente. Deberá ingresar inicialmente la categoría, para lo cual, acepta hasta tres caracteres. Inmediatamente aparece un letrero, solicitando el turno de trabajo, para lo cual, se asigna un caracter. El sistema evaluará la existencia de una clave igual y enviará el mensaje "Esta clave ya está dada de alta en el sistema", para indicar el modo de edición o modificación, tanto de los datos de categoría y turno,

como del costo de la hora hombre; en caso contrario, pide ingresar el costo asociado, unicamente.

Para borrar una categoría, es suficiente poner espacios en blanco en la categoría y el turno.

CUENTAS DE GASTOS. MENU: [5]-[7]

Se asignan claves de cinco caracteres al número de cuenta de gastos, y treinta caracteres para su descripción. En la mayoría de las aplicaciones, este número de cuenta coincide con el número del departamento.

La finalidad de tener este dato, es diferenciar los enteros de asignación de costos.

PERSONAL SUPERVISION. MENU: [5]-[8]

Deberán darse de alta los nombres y las claves de las personas responsables de cuadrilla o de área o todos aquellos que puedan considerarse responsables de un área de trabajo específica. La importancia de la selección de las personas en esta sección, radica en que existen reportes del desempeño, que pueden pedirse por supervisor, y entonces, estar en condiciones de medir el avance de cada supervisor específicamente.

La clave del supervisor tiene tres caracteres y su nombre doce caracteres.

PERSONAL DE EJECUCION. MENU: [5]-[9]

Para crear o editar un nombre de personal de operación o ejecución, en base de datos, es necesario solicitar ingreso a edición mediante la opción: "Otro código". El sistema solicitará en ese momento, el código de trabajador correspondiente en un formato de hasta diez caracteres alfanumericos. Es posible ingresar un código nuevo u otro ya dado de alta, para modificarlo o borrarlo. Se desplegará una pantalla de edición de datos, en la que deberá ingresarse la información relacionada con la persona.

Si lo que se desea es dar de baja un nombre, deberá borrarse el código del trabajador.

El menu de impresión ofrece el reporte de personal por tres diferentes ordenamientos:

- 1) Por cuadrilla
- 2) Por cuenta de gastos
- 3) Por turno actual.

MAQUINARIA Y EQUIPO. MENU: [5]-[0]

Es el archivo fundamental del SIM. En el se ingresan los datos de las máquinas y los equipos de planta. Deberá oprimir la letra "O" para solicitar el modo de edición. El sistema solicitará el número de máquina correspondiente, evaluará si este ya está dado de alta en el sistema y le mostrará un recuadro, solicitando datos nuevos o modificación. No debe haber errores en la asignación del código o familia de máquinas, área productiva, ni estado de equipo, recuérdese que este último dato, deberá ser siempre "A" para los equipos en operación normal.

6.3. INFORMACION PROPORCIONADA POR EL SISTEMA

La finalidad del servicio de consultas, es que el usuario tomador de decisiones encuentre una rápida respuesta de informacion de historia clínica del período vigente, o anteriores.

Definiciones:

RESUMIDO. Es el reporte mas simplificado, en el aparecen el folio, fecha de inicio y terminación del trabajo, las horas asignadas y el trabajo solicitado. El sistema le indicará que se requieren 80 columnas de impresión.

CONDENSADO. Este reporte contiene la mayoría de la informacion significativa para el análisis de los servicios. Contiene los datos del folio, fechas y horas de inicio y término del servicio, el tiempo asignado en horas, el sistema atendido, tipo de servicio, sistema de falla, descripción del servicio solicitado, descripción del trabajo realizado y costo total de la reparación. Se requieren 120 columnas de impresion para este reporte.

GENERAL. Es el reporte que presenta la totalidad de los datos contenidos en el sistema de ordenes de trabajo. Se imprimen los mismos datos que en el condensado, mas los siguientes: costo por mano de obra y refacciones por separado, comentarios en ordenes de trabajo. Se requieren 240 columnas de impresion para este reporte.

ACTUALIZACION DE ORDENES TERMINADAS

Actualizar una orden de trabajo, es modificar sus datos. Comunmente se utiliza para corregir errores en las ordenes de trabajo.

El programa pide el folio de la orden de trabajo y la accesa mostrando una serie de pantallas iguales a las de captura. Una importante diferencia, es que, al accesarla, borra todo registro de ella en los archivos de historia clínica y volverá a grabarlos si el usuario lo indica al final de la edición, con los nuevos datos ingresados. Es posible borrar la orden de trabajo, al poner espacios en blanco en el folio, solo cuando aparece la primera pantalla de edición.

RESPALDO DE ARCHIVOS A DISCO

El respaldo de archivos, está incluido en el modulo 1. Se refiere a los archivos de trabajo, no a los de base de datos.

Los archivos de trabajo son los siguientes, y sus tamaños promedio para 250 servicios no programados al mes son en Kbytes:

ARCHIVO	TAMAÑO
1. ORDEN DE TRABAJO	250
2. CODIGOS DE SISTEMAS DE FALLA	30
3. CODIGOS DEL PERSONAL EJECUTANTE	30
4. CONTADORES DE HISTORIA CLINICA	120

El sistema pide un nombre del período para los archivos, indicando ruta y siete caracteres (o menos), sin extensión.

El nombre del período, se utiliza para nombrar "casi" igual a todos los archivos del período, excepto por la última letra de cada uno de ellos, la cual, es designada automáticamente por el

sistema como un medio de identificación estándar. De manera que si se está respaldando la información de enero de 1990, posiblemente el usuario indique como nombre del periodo:

C:\MANTENIM\P9001

El sistema respaldará entonces los cinco archivos de trabajo como sigue:

C:\MANTENIM\P9001G.DBF --> Orden de trabajo
 C:\MANTENIM\P9001C.DBF --> Codigos de sistemas de falla
 C:\MANTENIM\P9001T.DBF --> Codigos del personal ejecutante
 C:\MANTENIM\P9001M.DBF --> Contadores de historia clinica
 C:\MANTENIM\P9001H.DBF --> Refacciones utilizadas

Como podrá observarse, el nombre dado por el usuario como del periodo, se respeta en todos los archivos, y la última letra de cada nombre es designada por el sistema SIM.

Lo más recomendable, es respaldar los archivos en disco independiente. En estos casos la ruta sería:

A: o B:

El sistema le indicará el tamaño de cada archivo; el sistema se detiene antes de grabar cada archivo, incluso antes del primero, lo cual le permitirá controlar los discos en que se grabará la información. Es sumamente importante etiquetar estos discos para posterior acceso en consultas.

Se recomienda respaldar los archivos, cada vez que se actualice la base de datos, por haber ingresado ALTAS en la opción 1 del módulo 1.

UNA MAQUINA. MENU [3]-[1]

El programa pide un número de máquina, de la cual mostrará, casi instantáneamente, los parámetros del servicio.

Un AREA. [3]-[2]

El programa pide una clave de área productiva, dada de alta en base de datos, de la cual, calculará los parámetros del servicio y los mostrará en pantalla, en el mismo formato en que lo hace para una máquina.

a) Horas programadas.

Ordena según el siguiente criterio: Horas preventivo + Horas predictivo + Horas correctivo + Horas reconstrucción. La lista se muestra en orden descendente.

b) Horas no programadas.

Ordena según las horas de emergencia. La lista se muestra en orden descendente.

c) Horas totales.

Ordena por el total de la intervención en horas. La lista se muestra en orden descendente.

d) Costo total.

Ordena según el siguiente criterio: el total del costo por mano de obra + el total del costo por refacciones y materiales. La lista se muestra en orden descendente.

Una vez seleccionado el tipo de ordenamiento, aparece en pantalla el listado, indicando el número de servicios y el total de horas acumuladas de cada máquina, para cada tipo de servicio en el sistema.

Para imprimir, basta seleccionar el tipo de reporte deseado. Hay dos opciones: General y por Área Productiva.

COMPOSICION DEL SERVICIO.

En el programa SIM el número de servicios y el número de horas, para cada tipo de sistema de máquina, es aplicado al conjunto de equipos de su selección.

Para entenderlo mejor, analicemos un ejemplo:

Para la máquina "A1", en servicios por emergencia, acumulados en el mes de marzo.

Máquina: A1

SISTEMA	Eventos		Horas	
Eléctrico	*****	3	***	9.2
Hidráulico	****	1	*****	25.3
Neumático		0		0.0
Cinemático	****	1	*****	12.0
Estático	*****	Estático	*****	2

TOTAL		7		50.1

Tabla (2) Composición del servicio

En Este ejemplo, se reproduce un formato igual al que aparecerá en la pantalla de su computadora, al seleccionar la opción, composición del servicio.

Este análisis de horas y número de eventos, puede correrse para una máquina, un área productiva, una familia de máquinas o cualquier otra partición que defina el usuario, para cualquier tipo de servicio de mantenimiento. Un ejemplo de partición, podría ser: todas las máquinas atendidas por la cuadrilla "XX", por emergencia, en el tercer turno.

Consulta con selección.

El programa pide que se le especifique completamente la partición a realizar, en un menú de edición como el siguiente:

Area productiva	[]
Número de máquina	[]
Cuadrilla	[]
Supervisor	[]
Tipo de servicio	[]
Tipo de máquina	[]
Cuenta	[]
Fecha de emisión	[dd-mm-aa] a [dd-mm-aa]

Los espacios dejados en blanco seran interpretados como "para todo valor de".

Consulta por área.

La consulta por área, pide especificar el código del área productiva de interés para el usuario, para ello, sugiere como opción, la primer clave dada de alta en base de datos. Una vez

ingresada la clave, se pide el tipo de servicio que se desea consultar: emergencias, preventivos, etc., cuando ambos datos han sido ingresados.

Consulta por máquina.

La consulta por máquina, pide especificar el código del equipo de interés para el usuario, para ello, sugiere como opción el primer número de máquina dado de alta en base de datos. Una vez ingresada la clave, se pide el tipo de servicio que se desea consultar: emergencias, preventivos, etc., cuando ambos datos han sido ingresados.

Consulta por tipo de máquina.

La consulta por familia o tipo de máquina, pide especificar el código del tipo de máquina de interés para el usuario, para ello, sugiere como opción la primer clave dada de alta en base de datos. Una vez ingresada la clave, se pide el tipo de servicio que se desea consultar: emergencias, preventivos, etc., cuando ambos datos han sido ingresados.

Consulta por cuadrilla.

La consulta por cuadrilla pide especificar el código del área productiva de interés para el usuario, para ello, sugiere como opción la primer clave dada de alta en base de datos. Una vez

ingresada la clave, se pide el tipo de servicio que se desea consultar: emergencias, preventivos, etc., cuando ambos datos han sido ingresados.

Análisis Estadístico de Tiempos (AET).

La finalidad de este análisis, es proporcionar datos estadísticos para la creación de modelos de toma de decisiones, como lo son: la gráfica de tiempos de paro e intervención, la curva de confiabilidad del equipo, y la curva de la bañera.

Este reporte toma como base de datos, la captura que se realiza diariamente en el módulo 1., de las ordenes de trabajo no programadas.

Las siguientes definiciones son importantes para lograr una mejor comprensión del material expuesto en este capítulo.

Definiciones:

EVENTO

Es un suceso particular que tenemos interés en medir o caracterizar de alguna manera. En un experimento (un turno de trabajo puede ser un experimento) un evento tiene dos posibilidades únicamente:

- a) Ocurrir
- b) No ocurrir

Para el SIM, el evento a medir es la OCURRENCIA DE UN SERVICIO DE MANTENIMIENTO (por ejemplo, ocurrencia de un servicio de emergencia).

Es importante decir, que para un experimento particular, puede haber varios eventos a ocurrir o EVENTOS POSIBLES.

FRECUENCIA ABSOLUTA

Es un número entero, mayor o igual a cero, que indica la cantidad de veces que ocurrió un evento, en un lapso de tiempo dado (digamos un mes). En el SIM, la frecuencia absoluta es el número de servicios capturados en el período de tiempo del archivo de captura (por ejemplo, el número de emergencias en el mes).

FRECUENCIA RELATIVA

Es un número fraccionario entre cero y uno, que indica la proporción de veces que ocurrió un evento particular, en comparación con la ocurrencia de otros eventos posibles, dentro del mismo experimento (por ejemplo, el porcentaje de los servicios que fueron por emergencia).

VARIABLE ALEATORIA

Es un símbolo, generalmente numerico, que asocia un valor a la ocurrencia de un evento (por ejemplo, en un evento de emergencia, una variable aleatoria puede ser, el tiempo que transcurre hasta la reparacion total de la máquina). Para

efectos de estudios de probabilidad, debe asignarse siempre una variable aleatoria a la ocurrencia de cada evento.

PROBABILIDAD

Es un número entre cero y uno, que aproxima la proporción de veces que debe esperarse la ocurrencia de un valor de una variable aleatoria, en un experimento dado (por ejemplo, una probabilidad de 0.5 para la ocurrencia de una emergencia en un turno, indicaría que debemos esperar que en promedio, ocurra una emergencia cada dos turnos).

DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD

Es la forma en que la probabilidad se comporta (aumentando o disminuyendo), para cada valor posible de la variable aleatoria o evento.

HISTOGRAMA

Es un modelo gráfico, en el que se representan las frecuencias absolutas o relativas, para cada valor o conjunto de valores (en este caso llamados CLASES), de la variable aleatoria.

INTERVALO DE CLASE

Es la longitud que tiene cada clase en un histograma. Un intervalo de clase, tiene un límite inferior y un límite superior.

MARCA DE CLASE

Es el valor promedio de los límites inferior y superior del intervalo de clase.

TIEMPO DE SERVICIO

Es el tiempo que transcurre desde el momento en que falla un equipo hasta el momento en que se libera la producción, satisfactoriamente de él.

TIEMPO ENTRE SERVICIOS

Es el tiempo que transcurre desde el momento en que falla un equipo, hasta el momento en que falla nuevamente.

CONFIABILIDAD

Es la probabilidad de que un equipo opere libre de fallas en un intervalo de tiempo determinado (por ejemplo; una confiabilidad de 0.8 para 3 días, indica que debemos esperar que el equipo funcione libre de fallas durante tres días el 80% de los periodos de 3 días que trabaje).

MANTENIBILIDAD

Es la probabilidad de que un equipo que falló, sea reparado en un intervalo de tiempo determinado (por ejemplo, una mantenibilidad de 0.8 para tres horas, indica que si ocurre una falla, debemos esperar que sea reparada en tres horas o menos, el 80 % de las veces que falle).

En este análisis se consideran dos variables aleatorias: el tiempo de servicio y el tiempo entre servicios.

A continuación se indican, los datos presentados por este reporte. Para efectos de mejor comprensión, se asumirá que el analista ha seleccionado previamente la información y que ésta, es referente a cualquier equipo o grupo de equipos, pero de servicios por emergencia únicamente:

1. Histograma de la distribución del tiempo de servicio.
Los intervalos de clase tienen una longitud igual a una vigésima parte del tiempo de servicio más grande, y son inclusivos en su límite inferior y exclusivos en el límite superior. A la izquierda del histograma, aparecen el límite inferior y la marca de clase, y a su derecha las frecuencias absoluta y relativa de cada clase.
2. Histograma de la distribución del tiempo entre servicios. Tiene la misma estructura del anterior.

3. **Número de servicios.** Es el número total de ocurrencias de servicios por emergencia, en el equipo seleccionado.
4. **Tiempo total del servicio.** Es la suma de los tiempos de servicio para todas las observaciones.
5. **Promedio del tiempo de servicio.** Es el promedio aritmético del tiempo de servicio. Se calcula dividiendo la suma de los tiempos de servicio, entre el número de observaciones.
6. **Promedio del tiempo entre servicios.** Es el promedio aritmético del tiempo entre servicios. Se calcula dividiendo la suma de los tiempos entre servicios, entre el número de observaciones menos una.
7. **Disponibilidad esperada.** Es la proporción de tiempo que se espera, que el equipo este libre de fallas en un intervalo de tiempo, igual al de la base de datos.
8. **Confiabilidad.** Se calcula para los siguientes intervalos de tiempo:
 - a) 24 hrs.
 - b) 1 semana.
 - c) 30 días.

9. Servicios esperados. Es el número de servicios por emergencia esperados en un intervalo de tiempo, igual al de la base de datos.

10. Mantenibilidad. Se calcula para los siguientes intervalos de tiempo:

- a) 1 hora o menos.
- b) más de una hora a tres horas.
- c) más de tres horas a 24 horas.
- d) más de 24 horas.

ADVERTENCIA:

Al seleccionar como sujeto del análisis, a un conjunto de equipos, los datos resultantes no distinguen el flujo del proceso, los modelos están desarrollados de manera tal que, los resultados para conjuntos de equipos son válidos para un ordenamiento en serie de los mismos, es decir que el paro o falla de un equipo, detiene completamente a los otros. Si este no es el caso, hay dos posibles caminos a seguir:

- 1) Interpretar los resultados teniendo en cuenta esta restricción, o
- 2) Obtener los datos estadísticos para cada máquina individualmente y evaluar los indicadores de confiabilidad por separado, de la siguiente forma:

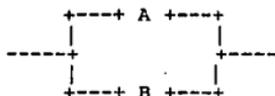
Para ordenamientos en serie, la confiabilidad del sistema, es el producto de las confiabilidades de cada elemento.

$$P(A \text{ y } B) = P(A) P(B)$$

-----+ A +-----+ B +-----

Para ordenamientos en paralelo, la confiabilidad del sistema es la suma de las confiabilidades menos su producto.

$$P(A \text{ o } B) = P(A) + P(B) - (P(A) P(B))$$



SERVICIO

Es una entidad de información, que contiene los datos necesarios para realizar un trabajo específico a la máquina, excepto número de máquina y fecha. Los datos son los siguientes:

- 1 [CODIGO];
- 2 [TIPO];
- 3 [CLAVE];
- 4 [DESCRIPCION];
- 5 [FRECUENCIA];
- 6 [SISTEMA];
- 7 [ESPECIALISTA];
- 8 [PARAR];
- 9 [TIEMPO ESTANDAR].

CODIGO

Es el conjunto de caracteres que define a una familia de máquinas, y a la vez, distingue los programas entre los diferentes servicios; esto último significa que, para un programa particular, todos los servicios tienen el mismo CODIGO.

TIPO

Es una clave de cuatro caracteres, que sirve para diferenciar los servicios dentro de un mismo programa. Este dato puede ser utilizado para determinar rutas de servicios.

CLAVE

Es un conjunto de tres caracteres, utilizados para definir un verbo de acción, que describe el servicio a realizar. Por ejemplo: Limpiar, Verificar, Ajustar, Cambiar, Medir, etc..

DESCRIPCION

Es el sujeto al que se aplica la acción del servicio a realizar. Por ejemplo: Limpiar + [válvulas reguladoras].

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

FRECUENCIA

Es un número entero, estrictamente mayor que cero, que indica el número de días que deben pasar para que se repi servicio. En realidad este número indica el periodo del servicio.

Nota importante.

Si se desea uniformizar la cantidad de horas hombre por día, requeridas para el servicio preventivo, es necesario utilizar números primos en las frecuencias.

Si se desea optimizar el tiempo de computadora, para programación del preventivo, es necesario utilizar pocas frecuencias, posiblemente 10 o 12, sean suficientes para abarcar de 1 a 365 días.

SISTEMA

Conjunto de dos caracteres, que identifican el sistema de máquina, al que el servicio está atendiendo.

ESPECIALISTA

Conjunto de tres caracteres, que indican la especialidad requerida o deseable de la persona encargada de realizar el servicio. Ejemplo: Lubricador, Eléctrico, Mecánico, Plomero, Pintor, etc..

PARAR

Caracter lógico, que indica si hay necesidad de parar el equipo, para realizar este servicio.

TIEMPO ESTANDAR

Cifra numérica, estrictamente mayor que cero, que representa el número de horas máquina, que son necesarias para realizar el servicio; no debe considerarse el número de personas que intervienen.

PROGRAMA

Es un conjunto de servicios con un mismo CODIGO.

PROGRAMACION

Es un conjunto de servicios que, dado un algoritmo específico del SIM 1.0, han sido asignados a una máquina particular y a una fecha particular, para definir su SECUENCIACION en el tiempo, con vistas a su ejecución. La programación tiene tres atributos fundamentales

1. Fecha de inicio.
2. Fecha de terminación.
3. Sujeto de programación.

SUJETO DE PROGRAMACION

Es el conjunto de máquinas, de las cuales desea averiguarse la programación de servicios, para un intervalo de tiempo dado. Puede ser una máquina o todas las máquinas en base de datos.

MAQUINA

Es un equipo dado de alta en "Parámetros del Servicio", del módulo 2 del SIM 1.0, el cual tiene tres atributos fundamentales:

- 1 [CODIGO],
- 2 [NUMERO DE MAQUINA] y
- 3 [DIA DE NACIMIENTO]

DIA DE NACIMIENTO

Es una fecha en la que se inicia el conteo preventivo de una máquina. El SIM transforma esta fecha en un número entero mayor que cero. Ejemplo: si tenemos tres tornos con el mismo código (mismo programa preventivo), podemos decidir, al menos, dos políticas de servicio preventivo:

- a) Servicios simultáneos; para que coincidan los mismos servicios, los mismos días. En tal caso, el día de nacimiento, sería el mismo para los tres tornos.

- b) Servicios defasados; para que no coincidan los mismos servicios, los mismos días. En este caso, el día de nacimiento, es distinto para cada turno.

Nota importante:

Si se desea evitar lo mas posible la coincidencia de servicios entre máquinas del mismo tipo, deben asignarse fechas tales que, se obtengan números primos en los días de nacimiento.

Los conceptos matemáticos de la información estadística, no son mencionados, por considerarse tema de estudio fuera de alcance de está tesis, ya que, la materia desarrollada es la implementación del sistema de mantenimiento.

6.4 DOCUMENTACION DE EVENTOS.

A fin de precisar cómo intervenir en el SIM, en lo concerniente a la captura de una orden de trabajo, vamos a analizar un ejemplo muy elemental, supongamos que la orden es la siguiente:

Emisión: 13/03/93/0900 horas.

Equipo número: TEM23

Aceptación: 16/03/93/0800 horas.

Descripción del trabajo a realizar: Cambio de interruptor de palanca del tablero de mando.

Responsable por mantenimiento: FERNANDO

Tipo de servicio:CO

Causa de falla: 01

Sistema de falla: CI

El operador (persona que se encarga del manejo del ordenador), para introducir la orden de trabajo, realizará las siguientes funciones:

1. Pulsará la instrucción de llamado al programa SIM
2. Al obtener la pantalla del menú principal, escoge la opción 1
3. En los menús de esta opción, escoge la No. 1, ALTA DE SERVICIOS TERMINADOS.
4. Ejecuta las instrucciones ordenadas, según lo expuesto en cada recuadro.

5. Finaliza dicha operación; el ejecutor puede decidir:

- Iniciar una nueva captura de orden, para ello, tecleará la función (F2).
- Corregir (F2)
- Terminar (F10)

En el ejemplo que se acaba de exponer, conviene hacer notar, que lo ordenadores tienen la ventaja de disponer de memoria, en la que se puede almacenar gran cantidad de información y recuperarla en el momento deseado.

7. CONCLUSIONES

Se deduce que los conceptos de mantenimiento establecidos a lo largo de este trabajo, están fuertemente asociados a las necesidades de un sistema de producción de una empresa. Términos que deben ser enfocados a la calidad del servicio de mantenimiento.

En lo concerniente a la implementación de un sistema integral de mantenimiento, en este caso, en la Fábrica de Armas, se concluye que debe ser considerado como una buena toma de decisiones, teniendo en cuenta que se involucra a muchas áreas diferentes de la Fábrica, por lo que, es recomendable que se le dé un enfoque de trabajo en equipo.

Como se menciona en la metodología del trabajo, en la Fabrica de Armas se presentaba la carencia de un sistema de información de mantenimiento computarizado, para el control técnico y administrativo de la maquinaria o equipo.

Al no existir, en este caso, factores económicos determinantes para la selección de la alternativa más conveniente para resolver el problema, se propuso la implementación del S.I.M. "SISTEMA DE INFORMACION DE MANTENIMIENTO".

Mediante el análisis "ABC" de Pareto, se logró un conocimiento general de la planta, permitiendo la clasificación de los recursos. El SIM permite el desarrollo, implementación y operación de programas de mantenimiento preventivo.

La existencia de software de ingeniería, se consideraba de un costo elevado para el inicio de implementación en la Fábrica de Armas.

La instalación física, toma solamente el tiempo indispensable para incorporar el sistema en una computadora personal, con la versión operativa idónea.

El éxito de la implementación, es el nivel de aceptación del soporte disponible para la Fábrica de Armas.

La opción de computarizar el mantenimiento en la Fábrica de Armas, permite beneficiarla cuantitativamente, reflejándose en un incremento de la productividad de la función de mantenimiento. Desde el punto de vista estratégico, el beneficio podría ser la reacción oportuna a cambios, respecto al mejoramiento de procedimientos computarizados, logrando incrementar el sentimiento de profesionalismo en los supervisores del mantenimiento.

Es necesario tomar en cuenta, que las variables críticas que se identificaron para que la implementación tuviera éxito, fueron las siguientes:

- Tipo, modelo y edad de la maquinaria.
- Clasificación o capacidad de la mano de obra de producción y de mantenimiento.
- Rotación del personal.
- Política de la empresa.
- Ritmo de producción.

El mantenimiento computarizado en el mundo industrial, evoluciona considerablemente, distinguiéndose diferentes herramientas de elección, que nos permiten establecer un sistema de control más general y global, que abarque a la fiabilidad, al mantenimiento propiamente dicho, a la disponibilidad y a la seguridad del mantenimiento.

7.1 RECOMENDACIONES

Volviendo a nuestro punto específico : implementación de un sistema de mantenimiento y a fin de no ser repetitivo en este párrafo, el problema planteado ha sido resuelto en un porcentaje aceptable, en comparación con el inicio del proyecto, permitiendo poder sugerir una serie de encargos para el supervisor o supervisores de esta área:

1. Evaluar el sistema a través de alternativas que superen lo descrito en el transcurso del trabajo, para la obtención de una respuesta adecuada.
2. Determinar las diversas características del método ofrecido.
3. Estimar el nivel de competitividad del soporte descrito.

BIBLIOGRAFIA

E. Douce V., J. F. Douce V.

LA PRODUCTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.

1990.

Heckler, Konch

PROGRAMA DE ORGANIZACIÓN PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
REPARACIONES

1980.

Roberto Holanda

DIPLOMADO EN ADMINISTRACION DE PRODUCCION Y OPERACIONES

I.T.E.S.M. Campus Edo. de México

1991.

Morrow

MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

C.E.C.S.A.

1989.

E.T. Newbrough

ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Editorial Diana

1982.

Oliveros Pintos Guillermo
CONFERENCIAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL
Escuela Militar de Ingenieros México
1989.

Peña Rico Ricardo
CONFERENCIAS DE ADMINISTRACION Y CONTROL DE MANTENIMIENTO
Industria Resistol México
1991

William Porritt, M.I. Plan E. y John Litton.
MANTENIMIENTO Y RECONSTRUCCION DE MAQUINARIA
Editorial Hispano Europea, S.A.
1984.

Reyes Gonzalez Alejandro
TESIS DE MAESTRIA " TECNOLOGIA Y MANTENIMIENTO UN ENFOQUE DE
ANALISIS DE OPERACIONES"
I.T.E.S.M. Campus Edo. de México
1992.

G. Vaca Urbina
EVALUACION DE PROYECTOS
Mc. Graw-Hill/Interamericana de México S.A. de C.V.
1989.

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL
DIRECCION GENERAL DE FABRICAS DE LA DEFENSA NACIONAL

JEFATURA DE MANTO.

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

FECHA DE EMISION			CENTRO DE COSTO	EQUIPO No.	MANTENIMIENTO	BOLETA DE TRABAJO No.
MES	DIA	AÑO				
FECHA DE EXPEDICION			APROBADA POR:		LUGAR DE TRABAJO	
MES	DIA	AÑO				
FECHA EN QUE SE NECESITA			APROBADA POR:		HOMBRE DEL EQUIPO Y SECCION No.	
MES	DIA	AÑO				
OFICIO	HORAS STANDARD	DESCRIPCION DEL TRABAJO				
		EL ORDENADOR DE TRABAJO, PUEDE APROBARSE POR EL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO DEL PARCHA ALCANTARA				
		MATERIALES O EQUIPO ESPECIAL				
		JEFE DE MANTENIMIENTO			JEFE DE MANTENIMIENTO	
		NOMBRE Y FIRMA			NOMBRE Y FIRMA	
TOTAL						

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL.
DIR. GRAL FCAS. DEF. NAL.

JEFATURA DE MANTO.

HOJA DE REGISTROS.

PARTE A	FICHA TECNOLÓGICA	CODIGO.
DESCRIPCION:		SECCION:
TIPO DE FUNCIONAMIENTO:		INF. ADICIONAL
FABRICANTE:	COSTO:	
TIPO:	MODELO:	FAIS:
N.º SERIE	AÑO FAB:	
OPER. REALIZA:	CAP. P/HRL.	
ESPECIFICACIONES DEL MOTOR		
EQUIPO AUXILIAR (MOTORES, ACCESORIOS, ETC.)		
ELEMENTOS PARA REVISION GENERAL.		
1		
2		
3		
4		
ELEMENTOS PARA MANT. PEQUEÑO		
1		
2		
3		
4		
ELEMENTOS PARA MANT. MEDIANO.		
1		
2		
3		
4		
ELEMENTOS PARA MANT. EJECUTIVO.		
1		
2		
3		
4		

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL
DIRECCION GENERAL DE FABRICAS DE LA DEFENSA NACIONAL

ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO

PLANTA: _____ ORDEN No.: _____

REPORTE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

TALLER _____ MAQUINA _____ No. _____

FECHA: _____ HORARIO: INICIO DIA _____ HRS. _____

TERMINO DIA _____ HRS. _____

1.- PERSONAL DE OBREROS RESPONSABLES: _____

2.- TIPO DE MANTENIMIENTO REALIZADO

MECANICO ELECTRICO GENERAL OTROS

3.- DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO: _____

4.- MATERIAL Y/O REPARACIONES UTILIZADAS: _____

5.- OBSERVACIONES: _____

JEFE DE TALLER _____

JEFE DE MANTENIMIENTO

NOMBRE Y FIRMA

NOMBRE Y FIRMA

