

Sistema de Cálculo de Indicadores para el Mantenimiento.

*Ing. Eugenio Hernández
Cruz*

Centro de Estudio de Innovación y Mantenimiento / ISPJAE
E-mail: eugenio@ceim.ispjae.edu.cu

*MSc. Ing. Enrique
Navarrete Pérez*

Centro de Estudio de Innovación y Mantenimiento / ISPJAE
E-mail: enavarrete@ceim.ispjae.edu.cu

AUTORES:

RESUMEN

Hoy en día la mayoría de los procesos de la industria moderna y de las empresas en general, se automatizan con el objetivo de eliminar operaciones rutinarias y peligrosas para el hombre. Ello implica la implantación de una moderna tecnología como maquinarias productivas, herramientas, métodos de control de la producción y la organización, cambios en la infraestructura de la empresa y personal con mayor calificación. En fin, un nuevo paradigma tecnológico y organizacional al que la empresa debe adaptar su filosofía de trabajo. De ello se derivan elevados niveles de producción en cortos plazos de tiempo, un mayor control de los procesos y desempeño de la tecnología existente, con lo que se requiere de una estricta organización y correcta aplicación de la labor de mantenimiento en la empresa.

Este documento técnico representa la fundamentación teórica para la elaboración de un sistema informático que permita evaluar la gestión de mantenimiento a través de indicadores. Se plantea una metodología para el establecimiento de un sistema de cálculo que permita *automatizar* este proceso, haciendo uso de los datos que se procesan en la base de datos del sistema MacWin©.

Se incluyen temas relacionados con la gestión, evaluación, fiabilidad, organización y control del mantenimiento.

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología utilizada en la producción se ha convertido en un factor de alto nivel y confiabilidad. Esta lleva implícito un alto costo, el cual debe evitarse que alcance niveles aún mayores, y esto se logra cuando el costo de mantenimiento, como parte fundamental del valor añadido de una empresa, disminuye sin dejar de garantizar la disponibilidad de los activos productivos. Para ello se hace necesario un mantenimiento organizado, eficiente y desarrollado que garantice, a un costo competitivo, la disponibilidad de sus activos productivos. Toda empresa que desee mantenerse competitiva tiene, indispensablemente, que dirigir y prestarle una especial atención al mantenimiento de su equipamiento. El mantenimiento es una disciplina integradora que ha tenido un desarrollo vertiginoso en la industria y es la encargada de garantizar la disponibilidad del equipamiento de la empresa a un bajo costo. No se concibe una industria moderna sin una debida política de manutención de la tecnología con que produce, sencillamente porque del mantenimiento depende la

Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales

funcionalidad, disponibilidad y conservación de su estructura productiva. Esto significa un incremento importante de la vida útil de los equipos y sus prestaciones.

En la actualidad el mantenimiento está destinado a ser el pilar fundamental de toda empresa que se respete y que considere ser competitiva.

Es por ello que el mantenimiento desarrolla técnicas y métodos para la detección, control y ejecución de actividades que garanticen el buen desempeño de la maquinaria. Lo anterior resulta imposible sin una eficiente estrategia y organización de esta disciplina en cada empresa. Con estos fines existen, se mejoran y se crean, nuevos productos informáticos que garantizan de forma automatizada el procesamiento de toda la información relacionada con la gestión de mantenimiento y su evaluación. Esto también forma parte del salto cualitativo y cuantitativo que una empresa moderna debe dar.

2. FIABILIDAD

La fiabilidad no es más que la seguridad de funcionamiento de una pieza, órgano o máquina. Es el grado de confianza que puede concederse a un elemento, ateniéndose a la calidad de los materiales empleados, la perfección con que ha sido labrado, y la multiplicidad y cuidado de los controles y pruebas a que ha sido sometido. Cuando un elemento satisface a todas estas condiciones, se puede tener una seguridad casi absoluta en su funcionamiento. Para controlar este término durante el funcionamiento de las instalaciones se precisan de los llamados Grupos de Fiabilización.

Objetivos fundamentales:

1. Seguir a través de indicadores los disfuncionamientos que existan, en procesos y sistemas de producción, para determinar su posición respecto a objetivos, interpretando los problemas para identificar las causas.
2. Informar para mejorar los procesos con apoyo de indicadores intermedios de progreso.
3. Jerarquizar preparando paretos de causas de disfuncionamientos por averías, incidencias, no calidad, etc.
4. Preparar la motivación de todos los implicados en los procesos para mejorar la organización, relaciones cotidianas y la retroalimentación en todos los niveles de la estructura.
5. Apoyarse en las herramientas de la calidad (PDCA) para la solución de los problemas.

3. EL CICLO PDCA COMO HERRAMIENTA DE PROGRESO PARA FIABILIZAR

El ciclo PDCA o rueda de Deming, de las siglas en inglés Planificar (*Plan*), Hacer (*Do*), Controlar o verificar (*Check*), Actuar (*Action*) fue mejorado y llevado a la práctica por el Dr. Deming como una estrategia básica de los procesos de mejora continua en las empresas.

Tabla 1. Parámetros del ciclo PDCA.

	<ul style="list-style-type: none">• Determinar lo que hay que hacer. Objetivos y su medida• Determinar métodos para alcanzar objetivos
--	---

Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales

Plan	
Hacer	<ul style="list-style-type: none">• Educar y enseñar• Implementar trabajos
Chequeo (verificar, controlar)	<ul style="list-style-type: none">• El plan• Resultados de soluciones• Resultados globales
Acción	<ul style="list-style-type: none">• Tomar las decisiones adecuadas

Cuando un empleado o área encuentra un problema al aplicar estándares en su tarea, este se cuantifica, se analiza y se identifican las causas para proponer las soluciones, fijando de esta forma nuevos estándares más ambiciosos.

Por tanto un ciclo PDCA se utiliza para analizar problemas y planificar acciones arrancando por la fase de control diario (C) de un ciclo SDCA en el proceso de mantenimiento de estándares.

4. MÉTODOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ESTÁNDARES

Prorrogación: Fija los Estándares en correspondencia al historial de fenómenos que acontecen.

Extrapolación: Considera los fenómenos como función del tiempo a partir de un comportamiento real y estima su comportamiento en un período igual hacia delante.

Experimentación: Observación de los hechos y fenómenos, a los cuales luego por *comparación* se les busca las causas de su variación.

5. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Indicador o Índice: Un indicador es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos.

Controlar: Significa guiar las acciones de un colectivo, entidad, departamento, etc., para que sus resultados coincidan o superen los objetivos establecidos.

Evaluar: Es la acción que permite comprobar la eficacia y resultados del control.

“Lo que muchas empresas necesitan es un sistema que permita a sus directivos controlar y verificar las actividades de producción para conocer rápidamente cómo van las cosas y por qué.”

Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales

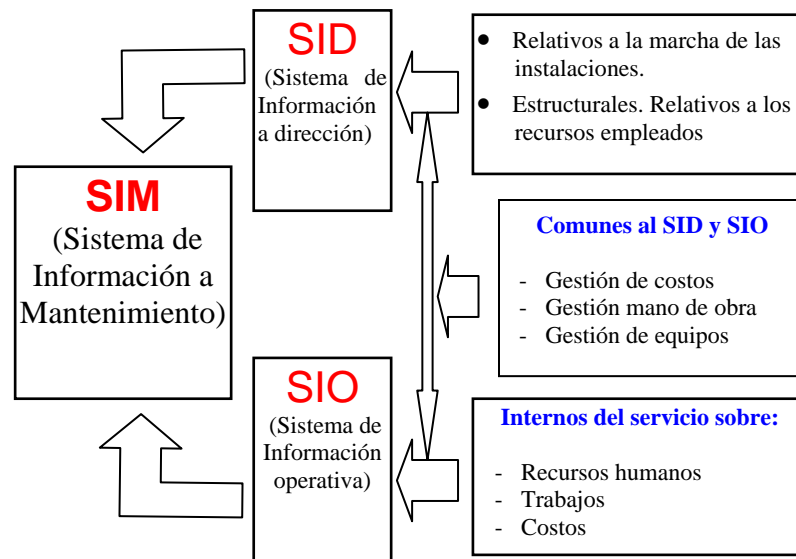
Características de los índices:

Según su **utilidad** los índices de gestión deben ser:

- Pocos
- Claros de entender y calculables
- Útiles para conocer rápidamente cómo van las cosas y por qué

Según su **gestión** los índices deben:

- Identificar los factores claves de la producción.
- Definir índices que los evalúen.
- Establecer registros de datos que permitan su cálculo periódico.
- Establecer valores estándares (consigna) para dichos índices; objetivos.
- Tomar las oportunas acciones y decisiones ante las desviaciones que se detecten.
- Se trata no sólo de efectuar un control por objetivos, sino también un control de los objetivos para adecuarlos a cada circunstancia.



Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales

Figura 1. Estructura general del sistema de evaluación y control.

Después de realizar un estudio sobre los datos que se almacenan en la base de datos del sistema MacWin© se proponen los siguientes indicadores para la evaluación y control del mantenimiento:

Tabla 2. Colección de índices para la automatización de la evaluación y control del mantenimiento.

ID	Denominación del indicador	UM
1	Horas averías	[horas]
2	Horas averías	[USD]
3	Material empleado averías	[USD]
4	Costo total de mto. por averías	[USD]
5	Horas preventivo	[horas]
6	Horas preventivo	[USD]
7	Material empleado preventivo	[USD]
8	Costo total de mto. preventivo	[USD]
9	Horas <i>predictivo</i>	[horas]
10	Horas <i>predictivo</i>	[USD]
11	Material empleado <i>predictivo</i>	[USD]
12	Costo total de mto. <i>predictivo</i>	[USD]
13	Total mano de obra	[USD]
14	Total materiales	[USD]
15	Costo total de mantenimiento	[USD]
16	No. de horas dedicadas a otros trabajos	[horas]
17	No. de horas de mto. Disponibles	[horas]
18	Números de horas realmente trabajadas en mto.	[horas]
19	Horas de parada de máquina	[horas]
20	Horas de presencia	[horas]
21	Números de horas de producción	[horas]
22	Costo paradas de producción por averías	[USD]
23	Costo total de la producción	[USD]
24	Personal efectivo existente en mantenimiento	[horas]
25	Índice de personal (general)	[%]
26	Índice de personal (real)	[%]
27	Índice de rendimiento del personal	[%]
28	Índice de eficiencia del personal	[%]
29	Personal necesario en mto. por centro de costos	[horas]
30	Índice de extensión del mto. preventivo (general)	[%]
31	Índice de extensión del mto. preventivo (conservación)	[%]
32	Índice del % de reparaciones por mto. preventivo	[%]
33	Índice de reparaciones por avería (general)	[%]
34	Índice de reparaciones por avería (conservación)	[%]
35	Índice de porcentaje de reparación por avería	[%]
36	Índice costo hora del mantenimiento (general)	[USD]
37	Índice costo hora del mantenimiento (conservación)	[USD]
38	Índice del costo de mto. referido al de producción	[%]
39	Índice de la repercusión de las averías en el costo del artículo	[%]
40	Índice de la reducción de costos de mantenimiento (general y conservación)	[%]
41	Índice de costo hora de mto. referido a producción	[USD]

6. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA

Requisitos indispensables

Lo primero que se debe tener en cuenta es contar con la existencia de una fuente de información donde se encuentren almacenados todos los datos referentes a la actividad de mantenimiento, de forma detallada y organizada, de la empresa donde se pretenda evaluar y controlar la gestión del mantenimiento. Por otra parte se necesita contar con una herramienta informática que sea capaz de procesar estos datos arrojando como resultado el análisis de los indicadores propuestos.

Vínculos con una base de datos

La poderosa Base de Datos (MacTabla) con que cuenta MacWin© constituye el principal centro de partida para elaborar la automatización del sistema de cálculo por indicadores que se propone.

MacTabla reúne todas las condiciones para garantizar los datos que se necesitan para este fin. De los 41 indicadores que se proponen calcular, con solo una decena de datos obtenidos de la información que se dispone en MacTabla se logra esto.

Por lo tanto, el software que se propone elaborar debe tener conexión directa con esta base de datos.

Metodología a considerar

La metodología que a continuación se plantea, constituye la base y una guía para la elaboración de una herramienta informática. Está destinada al tratamiento por indicadores de la evaluación y control de la gestión del mantenimiento.

En este sentido, se hizo necesario un estudio de la estructura de almacenamiento y de los vínculos existentes entre la información que manipula MacTabla. De ello se define la secuencia a seguir para la obtención de los datos necesarios.

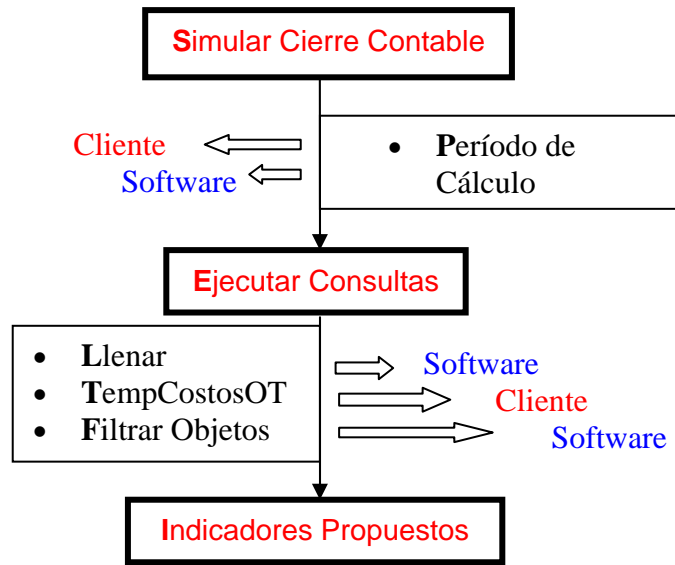


Figura 2. Diagrama para la automatización del sistema.

En el diagrama anterior se muestra quien es el responsable de cada operación o parámetro, si depende de una entrada de información por teclado por parte del *cliente* o si representa una operación interna del *software* que se pretende concebir.

Período de cálculo

Este parámetro constituye el intervalo en que el usuario desea evaluar y controlar el juego de indicadores propuestos sobre los objetos que seleccione para el análisis. Este período, el cliente deberá proporcionárselo al software y estará compuesto por un dato que representa la fecha de inicio (Fecha desde) y la fecha de culminación o tope del análisis (Fecha hasta). El rango entre fechas deberá ser superior o, al menos, igual al mes para que los cálculos tengan un sentido. Un cálculo inferior a este intervalo carece de información.

La fecha tope no puede ser mayor que la fecha actual, ni la fecha de inicio podrá ser menor a la fecha más antigua con que cuenta MacTabla. El programa tiene que validar esta información, con ello se evitan posibles errores y se optimiza el tiempo de las consultas posteriores que se ejecutarán.

TempCostosOTNew

En MacWin© cada vez que el usuario realiza una operación de Cierre Contable, el sistema realiza una serie de consultas en las que se efectúan cálculos para este fin hasta la fecha tope que define el usuario. Simultáneamente a ello, esta información que se va obteniendo, es guardada en una tabla denominada TempCostosOTNew. Esta surge temporalmente en MacTabla como consecuencia de una consulta de creación de *tabla* (*TempCostosOTNew Crear Tabla hasta FechaHasta*).

Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales

La información se guarda de forma temporal. Ello quiere decir que el software que se plantea elaborar debe crear y llenar esta tabla fuera de MacTabla. Por lo que se importará el código SQL de esta consulta y se adaptará al nuevo destino de la tabla que se considere.

TempCostosOT

Llenar TempCostosOT, significa que una vez que se cuente con los datos que se almacenan en la tabla TempCostosOTNew deberá crearse una copia de esta, pero enmarcada dentro del rango de fechas que el usuario desea evaluar. A dicha copia, la llamaremos TempCostosOT y deberá ser manipulada y dependiente solo del software propuesto. Con esta tabla se realizarán diversos vínculos con la información contenida dentro de MacTabla.

Filtrar objetos

El filtrado de objetos consiste en una selección por parte del usuario sobre el tipo de objeto que va a procesar a través de indicadores. Entiéndase “objetos” como el conjunto de Centros de Costo, Activos, Equipos o Instrumentos con los que cuenta la instalación. La esencia de este filtrado se deriva de la necesidad que existe de centralizar o puntualizar sobre qué elementos se realizará el análisis por indicadores.

Nivel 1: Representa la primera operación de selección que el especialista de mantenimiento deberá realizar. Solamente se requiere de la selección del concepto (Centros de Costos, Activos, Equipos o Instrumentos) que se va a evaluar. En cada proceso de evaluación y control que se efectuó solo existirá un único concepto a calcular.

Nivel 2: Este nivel se caracteriza por la posibilidad que tiene el usuario de realizar múltiples combinaciones en la selección de los datos contenidos en los filtros que existen para el objeto que definió anteriormente. Se debe considerar, al menos, la selección de un filtro.

Nivel 3: En este nivel el cliente realiza la última selección. Los datos con que se cuentan para la selección final se han obtenido de las sucesivas operaciones de filtrado. Los objetos que el usuario seleccione en este momento representarán los elementos sobre los que se realizará el cálculo por indicadores. Por lo tanto, sus respectivos códigos, constituyen datos a localizar dentro de MacTabla.

Calcular

El cálculo de los indicadores que se han propuesto se efectuará sobre aquellos objetos que han sido definidos por el especialista. Tal empresa se consigue tan solo con una decena de datos que existen en la base de datos de MacWin©, los que se afectan por las operaciones y consultas necesarias para cada indicador analizado.

Indicadores propuestos

La forma en que se presenten los datos será definitiva en la comprensión y en la toma de decisiones.

Al cliente se le presentarán los objetos que sometió a evaluación y control, a través del juego de indicadores propuestos, en forma tabular. De este modo tendrá una visión total de la información que se ha procesado.

Será necesario generar informes con toda esta información para dar la posibilidad de obtener una copia impresa de este proceso.

La opción de almacenamiento de los resultados obtenidos es imprescindible para el estudio de los indicadores.

Incluir un análisis del comportamiento de los objetos calculados con respecto a períodos idénticos de evaluaciones anteriores.

Dar la posibilidad de monitoreo de valores estándares, de gestión de mto., prefijados en la empresa.

El propósito es ofrecer los datos obtenidos de la forma más comprensible al personal técnico, para intervenir con eficacia y rapidez en el aumento de la disponibilidad.

7. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este trabajo se ha establecido una metodología a seguir para la automatización del cálculo de los indicadores propuestos. Este análisis representa una orientación y sienta las bases para la automatización del proceso de control y evaluación de indicadores. Con ello se logra tener acceso a la información, de la forma orientada y puntualizada que se necesita para emprender esta tarea.

Esto ha permitido comenzar la programación de una herramienta informática que se encuentra en proceso de desarrollo. Una herramienta de este tipo se hace indispensable, hoy en día, para el proceso de mejora continua de cualquier empresa.

El nuevo software se podrá distribuir como complemento y ayuda a los usuarios de MacWin© donde tendrán acceso a la valiosa información que brindan estos indicadores.

La organización, gestión y planificación del mantenimiento, por consiguiente, estarán a la altura de los nuevos compromisos productivos.

REFERENCIAS

1. Augusto, T.L.: Índices de Mantenimiento. Brasil, 1999.
2. CEIM: Gestión e Ingeniería Integral del Mantenimiento. Cuba (ISPJAE), 2000.
3. CEIM: Manual de usuario del sistema MACWIN©. Cuba (ISPJAE), 1998.
4. Sacristán, R.F.: Hacia la Excelencia en Mantenimiento. España, 1996.

E. Hernández Cruz, E. Navarrete Pérez

Centro de Estudio Innovación y Mantenimiento.
Instituto Superior Politécnico *José Antonio Echeverría*.

Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales

Calle 114 esq. 127. Marianao 15. Ciudad de la Habana. Cuba

Teléfono: (537) 271872 Fax: (537) 272046

E-mail: eugenio@ceim.ispjae.edu.cu, enavarrete@ceim.ispjae.edu.cu