

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD 4, 5 y 6 de junio de 2015 “Generación de Nuevas Técnicas de Diagnóstico y Tratamiento”

MODIFICACIÓN DEL ALGORITMO DE FENNIGKOH Y SMITH PARA EL CÁLCULO DE LA FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS MÉDICOS

Sen Salinas Diana Antonieta^{a,c}, Aguilar Soto José Gabriel^{b,c}

^a Ingeniería Biomédica, Universidad Politécnica de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

dianasen13@gmail.com

^b Laboratorio de Visión por Computadora (LVC), Óptica, INAOE, Tonantzintla, Puebla.

gabrielsd64@gmail.com

^c Grupo de Instrumentación y Óptica Biomédica (GIOB), INAOE, Tonantzintla, Puebla.

RESUMEN

En este trabajo se analizan algunos modelos y propuestas para calcular la frecuencia del mantenimiento preventivo que se proporciona a equipos médicos, así como la importancia que ejerce el tener un programa de gestión en los departamentos de Ingeniería Biomédica en los hospitales. La Organización Mundial de la Salud sugiere una versión modificada del algoritmo propuesto por Fennigkon y Smith para calcular la frecuencia del mantenimiento preventivo donde se asigna un valor numérico a cada dispositivo de acuerdo con algunos criterios. Se encontró que el modelo que propone la OMS puede mejorarse si se toman en cuenta factores tales como el cálculo del nivel de prioridad en el que hacen referencia a la carga de trabajo de los equipos, la razón de complejidad del mantenimiento, el régimen de operación y las condiciones de operatividad. Estos factores son importantes y se concluye que, aunque idealmente se debe seguir un modelo, independientemente del resultado que se tenga, debe incluirse una variable que represente la evaluación de tecnologías para la salud (ETES), lo cual modifica el algoritmo para calcular la frecuencia de mantenimiento preventivo en cada equipo.

1. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de equipos médicos es el conjunto de actividades necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de estos. Se divide principalmente en dos categorías, de inspección y mantenimiento preventivo (IMP) y Mantenimiento correctivo (MC) [1].

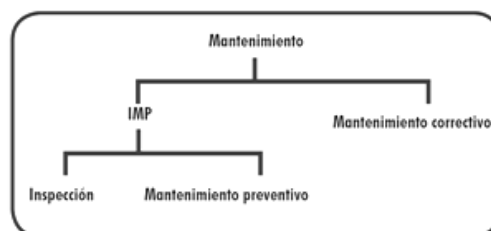


Figura 1.- Componentes de un programa de mantenimiento.

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

4, 5 y 6 de junio de 2015
“Generación de Nuevas Técnicas
de Diagnóstico y Tratamiento”

El mantenimiento preventivo se entiende como aquellas actividades planeadas que aseguran fiabilidad y funcionalidad de los equipos de modo que las fallas que estos puedan tener sean prevenidas. Adoptar un modelo o programa de mantenimiento preventivo en un ambiente hospitalario es fundamental para la preservación de los equipos y por ende de la salud de los pacientes que requieran el uso de estos. Sin embargo no es posible afirmar que los programas se apliquen en todos los hospitales, la realidad es que muchos ni siquiera tienen un área específica de ingeniería biomédica que se dedique a la gestión y planificación de los equipos médicos, lo que retarda el proceso y la administración de estos. Es importante la frecuencia con que se realice el mantenimiento preventivo de modo que pueda prevenirse el desperdicio de consumibles y repuestos y se alargue la vida útil del equipo, sin embargo una mala planeación de la frecuencia puede afectar en la precisión del equipo, o la seguridad del paciente (Figura 2).

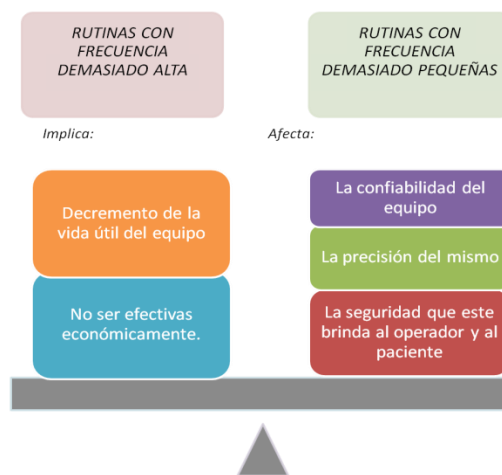


Figura 2.

La descripción del diagrama a bloques de la figura 2 es importante dado que en cualquier momento un equipo que presente demasiados mantenimientos preventivos pueda resultar en pérdidas económicas para el hospital, de manera que el reemplazo del equipo sea una solución al problema. Por otra parte, si el MP se ha desatendido durante un lapso de tiempo grande, el equipo puede no estar operando como debería, dando diagnósticos no verdaderos o tratamientos inadecuados.

2. TEORÍA

En busca de tener una mejor gestión del mantenimiento de los equipos médicos, se han investigado y propuesto modelos que puedan aproximar o predecir la periodicidad del mantenimiento preventivo por lo cual, el objetivo de este trabajo es dar a conocer la importancia que ejerce una rutina de mantenimientos preventivos en los sistemas de salud y deducir a partir de modelos de cálculo de frecuencia de mantenimiento preventivo, un método con variables que incluyan factores de la evaluación de tecnologías para la salud.

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

4, 5 y 6 de junio de 2015
“Generación de Nuevas Técnicas
de Diagnóstico y Tratamiento”

La Organización Mundial de la Salud en el programa de mantenimiento de equipos médicos [1] sugiere una versión modificada del algoritmo propuesto por Fennigkon y Smith [2] para el cálculo de frecuencia del mantenimiento preventivo GE (Gestión de los Equipos Médicos); para lo cual se asigna un valor numérico a cada dispositivo de acuerdo a los criterios: función, aplicación clínica, y requisitos de mantenimiento del equipo y los antecedentes de fallas o averías.

$$GE = \text{Función} + \text{Aplicación} + \text{Mantenimiento} + \text{Antecedentes} \quad (1)$$

Categoría	Descripción de la función	Puntaje
Terapéutico	Apoyo vital	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Fisioterapia y tratamiento	8
Diagnostico	Control de cirugía y cuidados intensivos	7
	Control fisiológico adicional y diagnostico	6
Analítico	Análisis del laboratorio	5
	Accesorios del laboratorio	4
	Computadoras y afines	3
Otros	Relacionadas con el paciente y otros	2

Tabla I.- Función del equipo

Requisitos de mantenimiento	Puntaje
Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periódicos	5
Superiores al promedio	4
Usuales: verificación de funcionamiento y pruebas de seguridad	3
Inferiores al promedio	2
Inspección visual	1

Tabla II.-Mantenimiento

Promedio de averías del equipo	Factor
Significativo: más de una cada seis meses	+2
Moderado: una cada 6-9 meses	+1
Usual: una cada 9-18 meses	0
Mínimo: una cada 18-30 meses	-1
Insignificante: menos de una en los 30 meses anteriores	-2

Tabla III.- Antecedentes de problemas del equipo

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

4, 5 y 6 de junio de 2015
“Generación de Nuevas Técnicas
de Diagnóstico y Tratamiento”

Descripción del riesgo durante el uso	Puntaje
Riesgo de muerte del paciente	5
Posible lesión del paciente o el operador	4
Tratamiento inapropiado o error de diagnóstico	3
Daño al equipo	2
Sin riesgo significativo identificado	1

Tabla IV.- Riesgo físico asociado con aplicación clínica

3. MODIFICACIÓN DEL ALGORITMO DE FENNIGKOH Y SMITH

El modelo que propone la OMS no toma en cuenta factores que pueden considerarse importantes, como lo hacen en [3], donde utilizan un cálculo del nivel de prioridad en el que hacen referencia a la carga de trabajo que puedan tener los equipos, la razón de complejidad del mantenimiento, la razón de mortalidad, de protección, el régimen de operación y las condiciones de operatividad del equipo. Por lo cual, la ecuación (1) se ve modificada al tomar en cuenta un estudio realizado a partir de una evaluación clínica basada en la evaluación en tecnologías de salud (ETES).

$$FMP = \text{Función} + \text{Aplicación} + \text{Mantenimiento} + Ec \quad (2)$$

La evaluación clínica (Ec), corresponde a un cuestionario de evaluación clínica dirigido a los jefes de enfermería y a los médicos encargados de los servicios en donde se utilizan equipos médicos.

Este cuestionario consiste en cuatro reactivos: a) Frecuencia de uso, b) Confiabilidad del equipo, c) Facilidad de uso, d) Contribución para el tratamiento del paciente. Para cada uno de estos reactivos se puede hallar una combinación de respuestas contenidas en la tabla V.

Respuesta	Puntaje
Muy alta	8
Alta	6
Mediana	4
Baja	2
Ninguna	0

Tabla V

Por lo que la evaluación clínica ahora se calcula como:

$$Ec = \frac{(\text{Puntos obtenidos por el equipo}) \cdot 10}{28 \text{ Puntos}} \quad (3)$$

De acuerdo al puntaje obtenido en (2) la frecuencia de mantenimiento será planeado de acuerdo a la tabla VI.

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

4, 5 y 6 de junio de 2015
“Generación de Nuevas Técnicas
de Diagnóstico y Tratamiento”

Parámetros	Mantenimiento Preventivo (MP)
FMP<12	No MP
12<FMP<25	MP cada 6 meses
25< FMP<28	1 MP cada año
FMP = 28 a 30	1 MP cada 4 meses

Tabla VI.- Frecuencia de Mantenimiento de Equipos Médicos (FMP)

Otros trabajos han propuesto que al MP deba considerarse el tiempo medio entre fallas, y el tiempo que se lleva en darle el mantenimiento al equipo; por otro lado, algunos autores también consideran que el tiempo transcurrido desde la última inspección debe ser incluido en el cálculo. Los modelos que se han desarrollado hasta ahora tienen buenos fundamentos, incluso para no calcular el mantenimiento preventivo, hay tablas que indican que tan frecuente debe ser este para diferentes equipos; pero la situación que se vive en cada hospital, clínica o centro de salud es diferente, así como la carga de trabajo que presenta cada equipo. Es importante también establecer la cantidad de equipos de cada categoría que hay en un hospital, pues la periodicidad del MP en una clínica en donde solo haya diez desfibriladores, no va a ser igual a la que se proporcione en un hospital donde hay treinta. La idea es no solo llevar un buen modelo de gestión de equipos, sino conocer la realidad del hospital en donde se trabaja, las necesidades que tiene y el servicio que se pueda otorgar.

4. CONCLUSIONES

La gestión de equipos médicos y la frecuencia del mantenimiento preventivo que se debe de dar en un ambiente hospitalario, aunque idealmente deban seguir un modelo o en su caso deba ser calculado, independientemente del resultado que se tenga, no debe considerarse como una obligación que deba seguirse rígidamente o a la cual el ingeniero biomédico se deba acatar estrictamente, ya que diariamente se pueden presentar situaciones en las que el modelo ideal sea reemplazado, sin embargo, proporciona un estándar o guía en la cual el ingeniero pueda basarse y tratar de realizar el trabajo sin perder la objetividad del mantenimiento de los equipos, la prolongación de la vida útil del equipo y sobre todo el bienestar de los usuarios y pacientes. En un trabajo a futuro se puede hacer un estudio más profundo de la gestión, el mantenimiento y su frecuencia, ya que los requerimientos de cada hospital son diferentes así como la demanda de pacientes que a ellos implican.

BIBLIOGRAFÍA

1. Serie de Documentos Técnicos de la OMS Sobre Dispositivos Médicos, “Introducción al programa de mantenimiento de equipos Médicos”, Febrero 2012. ISBN 978 92 4 350153 6.
2. Fennigkoh, L, Smith B. “Clinical equipment management”. Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations Plant Technology and Safety Management Series, 1989, 2:3–12.
3. M.C. Sánchez, A. Miguel Cruz, E. Rodríguez Denis “Sistema informático con algoritmo matemático incorporado para la gestión de mantenimiento de equipos médicos”, Memorias II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, 23-25 de Mayo, Habana 2001.