

## CONTROL DE MEDIAS Y RANGOS EN TEMPERATURAS DE MOTORES PARA SU MANTENIMIENTO

Recibido: 11 de septiembre del 2019  
Aceptado: 26 septiembre 2019

E. Lugo Cornejo<sup>1</sup>  
M.G. Guerrero Porras<sup>2</sup>  
B. Meza Arteaga<sup>3</sup>  
Ferruzca Pineda, A.<sup>4</sup>

### RESUMEN

En la vida moderna, los motores eléctricos ocupan una función muy importante al proporcionar energía a diferentes equipos: domésticos, comerciales e industriales, su versatilidad y bajo costo de mantenimiento es indispensable para el movimiento de mecanismos. Se estima que el 90% de los motores eléctricos se utilizan en la industria y los servicios. En fechas pasadas, el servicio hospitalario más importante en la ciudad sufrió un problema en el funcionamiento de sus sistemas de aire acondicionado, aunado a que se registraron temperaturas promedio de más de 34°C y mínimas promedio de 23°C, con rangos de humedad del 90%, los niveles de comodidad fueron de bochornoso, opresivo o insoportable en el 30% del tiempo, por tal motivo se consideró, en primera instancia, reforzar el control de temperaturas de los motores pares a los que están sujetos los sistemas de aire acondicionado. El estudio consistió en registrar de manera aleatoria las variaciones de temperaturas de los motores en operación para distinguir el límite de control inferior y superior, como una medida de seguridad antes de la temperatura máxima que recomienda el proveedor. Esta información fue una herramienta muy eficaz para la toma de decisiones en el mantenimiento preventivo de los equipos y evitar caos en las unidades de enfriamiento del hospital y que este funcione adecuadamente para el servicio de los usuarios.

### PALABRAS CLAVE

Temperaturas, límite inferior, límite inferior, esfuerzos dinámicos, mantenimiento preventivo

### ABSTRACT

In modern life, electric motors occupy a very important function by providing energy to different equipment: domestic, commercial and industrial, its versatility and low maintenance cost is essential for the movement of mechanisms. It is estimated that 90% of electric motors are used in industry and services. Last dates, the most important hospital service in the city suffered a problem in the operation of its air conditioning systems, coupled with the fact that average temperatures of more than 34 ° C and average minimum of 23 ° C were recorded, with humidity ranges of 90%, comfort levels were embarrassing, oppressive or unbearable 30% of the time, so it was considered, in the first instance, to reinforce the temperature control of the even motors to which the air systems are subject conditioned. The study consisted of randomly recording the variations of temperatures of the engines in operation to distinguish the lower and upper control limit, as a safety measure before the maximum temperature recommended by the supplier. This information was a very effective tool for decision-making in the preventive maintenance of the equipment and to avoid chaos in the hospital's cooling units and that this work properly for the service of the users.

### KEYWORDS

Temperatures, lower limit, lower limit, dynamic efforts, preventive maintenance

---

<sup>1</sup> Profesor de Tiempo Completo. Departamento de Ingeniería industrial. Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Valles. efrain.lugo@tecvalles.mx

<sup>2</sup> Profesor de tiempo completo. Departamento de Ciencias Económico Administrativas, Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Valles. Guadalupe.guerrero@tecvalles.mx

<sup>3</sup> Profesor de Tiempo parcial. Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Valles. belem.meza@tecvalles.mx

<sup>4</sup> Estudiante del séptimo semestre de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Valles. Ferruzca Pineda Agustín. 16690393@tecvalles.mx

## INTRODUCCIÓN

El control estadístico de procesos consiste en utilizar técnicas con base estadística en la evaluación de un proceso o de los productos, y alcanzar o mantener un estado de control. Este incluye métodos con base estadística, desde la recopilación de datos e histogramas hasta las técnicas complejas como el diseño de experimentos (Gutiérrez Pulido, 2013). De acuerdo con (Vilar Barrio, 1998) en ingeniería existen siete herramientas que permitirán al organismo planificar, controlar, asegurar y mejorar la calidad de los servicios que ofrece, en el marco del sistema de gestión de calidad que haya sido implantado y adecuado a las condiciones de su realidad y entorno en que se encuentra.

La recopilación de datos se planea como un proceso continuo, debe ser parte del sistema de información y tener cuidado con el fin que persigue además de que sean completos para la aplicación de la herramienta seleccionada (Navidi, 2006). Para recolectar los datos se planifica todo el proceso de recolección de información desde el inicio, se aclara el propósito de la recolección de datos y se diseñan los requerimientos de listas de chequeos por anticipado. (Newbrough, 2000).

La lista de chequeo o verificación son las instrucciones usadas en la recolección de datos para ser compilados, fácilmente usados y analizados automáticamente. Así, esta lista de verificación ayudará en la recolección de datos para construir un histograma, ejecutar tareas de mantenimiento, revisar partes y piezas, planificar trabajos de mantenimiento, inspeccionar equipos, auditar el departamento de mantenimiento, diagnosticar defectos de una máquina. Además de esta herramienta se encuentra el histograma de frecuencias, donde se da a conocer el resumen gráfico de la variación de un conjunto de datos en forma ordenada. Se determina la frecuencia con que algo ocurre, muestra gráficamente la capacidad de un proceso y la relación que guarda con las especificaciones y las normas. Muestra la distribución de los datos, su forma y su dispersión. Se utiliza en el mantenimiento, para la confiabilidad de partes y piezas, la distribución temporal de las fallas de equipos, distribución de los tiempos de reparación, de los recursos y de los cambios en los tiempos de paradas. (Navarrete Pérez, 1999)

La gestión del mantenimiento en las decisiones relacionadas con la ejecución del mantenimiento preventivo de un equipo que está sujeto a fallas, requiere información cuando el mismo alcanzará un estado de falla y esto es un problema probabilístico. Al registrar el tiempo hasta la deficiencia de cada ítem del equipo, es posible construir el histograma en el área asociada, en algún periodo de tiempo, muestra la frecuencia relativa de las fallas ocurridas en ese intervalo (Dounce Villanueva, 2014).

El **Mantenimiento Productivo Total**, también conocido como TPM, por sus siglas en inglés (**Total Productive Maintenance**), nació en Estados Unidos, y tiene sus principales antecedentes en los conceptos de mantenimiento preventivo desarrollados en los años cincuenta. Es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes y la participación total de las personas tanto de servicio como de producción. (Rey Sacristán, 2001)

El mantenimiento preventivo consiste en actividades de revisión parcial de forma planificada, en las cuales se ejecutan cambios, sustituciones, lubricaciones, entre otras actividades; antes de que se materialicen las fallas, además de identificar, sistemáticamente, el estado de máquinas e instalaciones para programarlo en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción (Gatica Ángeles, 2009).

Su finalidad es reducir al mínimo las averías y una depreciación excesiva del activo.

Un programa de mantenimiento preventivo es la acción de mantener en buen estado el equipo, y se realizan a través de visitas revisiones lubricación periódica y limpieza.

Por consiguiente, en esta investigación de campo se pretende probar que los registros estadísticos de parte del personal de mantenimiento, en un formato estandarizado permitirán tomar decisiones a priori, de acuerdo a las especificaciones del proveedor.

El registro de las temperaturas en los diagramas de control estadístico visualiza la fluctuación de mismas en las observaciones a los bancos de agua condensada y bancos de agua helada que conforman los sistemas de enfriamiento del hospital para que de esa manera se programe el mantenimiento preventivo y evitar fallas al momento del funcionamiento del sistema.

Duffuaa, 2006, afirma que el mantenimiento tiene un efecto directo con la calidad del servicio y se traduce en el impacto económico de la institución.

Este trabajo de investigación fue un apoyo necesario para el personal del área de mantenimiento del hospital ya que se aportaron datos importantes para la mejor toma de decisiones.

## **METODOLOGÍA**

En la etapa de investigación preliminar, en la observación se pudo apreciar el funcionamiento de los motores de las unidades de los bancos de agua helada y banco de agua condensada de los sistemas de enfriamiento, así como las principales instalaciones donde se da el servicio de aire frío en el hospital.

Las unidades de enfriamiento se utilizan las 24 horas del día los 365 días a la semana es decir 8064 horas de uso al año, por tanto, para que la observación cumpla la aleatoriedad y por razones del tiempo que se tiene para hacer este proyecto se utilizaron los numero aleatorios calculados por Excel considerando las 24 horas del día en las que los equipos están en operación.

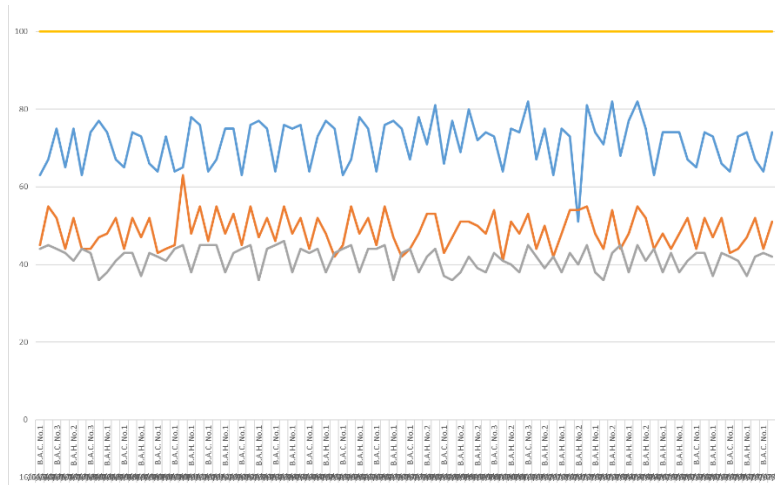
Los datos de las temperaturas de los motores de los compresores y bombas de las unidades de enfriamiento que el personal técnico registró al inicio de cada turno, con el orden que llevan, se graficaron, tomaron nuevamente los datos en el periodo de la estancia académica según la aleatoria obtenida. Fueron ordenados aleatoriamente y los registros históricos de las temperaturas de las unidades de enfriamiento y se aplicó el gráfico de control.

Con el uso del termómetro digital Extech Modelo VIR50 para el registro de temperaturas.

## **RESULTADOS**

Esta es la gráfica No. 1 que representa las temperaturas de los motores de bancos de agua condensada y helada registrada por el personal técnico del departamento de conservación,

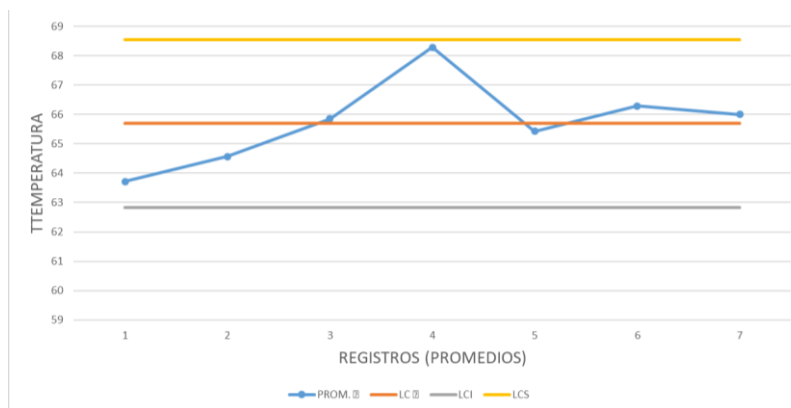
como se puede apreciar se dificulta su lectura al no saber con precisión la variación de temperaturas y las unidades específicas.



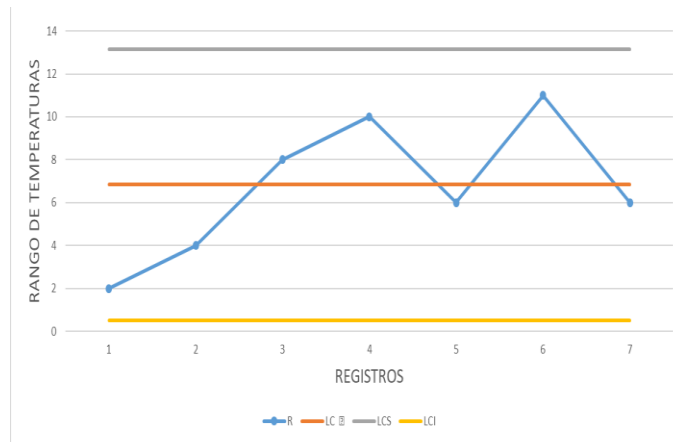
**Gráfico 1 Temperaturas registradas por el personal técnico**

Al aplicar las técnicas de control estadístico del proceso de medias y rangos se obtienen gráficas que presentan uniformidad y precisión entre unidades de bancos de enfriamiento, al definir con mayor exactitud la variación de temperaturas y facilitar la toma de decisiones respecto al mantenimiento preventivo de los motores, los resultados de las siguientes gráficas representan los límites de control estadísticos calculados a partir del registro de temperaturas y se demuestra si la temperatura de los motores de las unidades de enfriamiento se encuentran en control estadístico. Éstos son los productos del análisis estadístico.

**Gráficas de control de medias ( $\bar{X}$ ) y rangos ( $\bar{R}$ ) de temperaturas de motor de compresor, bomba 1 y bomba 2 de agua condensada B.A.C. No. 1**



**Gráfico 2 Control de medias temperaturas de motor B.A.C.\_1**



**Gráfico 3 Control de rangos de temperaturas de motor B.A.C.\_1**

Al realizar los cálculos los límites de control superior (LCS) e inferior (LIC) de las gráficas cumplen al encontrarse dentro de los límites de especificados por el fabricante. Aun y cuando la gráfica 2 de control de medias presenta una tendencia de temperaturas hacia arriba, el número 3 promedios de rangos, permite mostrar una variación de temperaturas constante que tiende a la línea central, lo cual no se considera un riesgo en la variabilidad de la temperatura. dicha variación tiende a la línea central es decir las temperaturas se encuentran uniformemente distribuidas. Por tanto, las gráficas indican que no hay puntos graficados fuera de los límites de control. La lectura de las gráficas 2 y 3 demuestra de forma práctica que existe un equilibrio constante, en general los puntos graficados parecen caer aleatoriamente arriba y debajo de la línea central.

## CONCLUSIONES

En general en la gráfica de medias y rangos de las temperaturas ayudan a tener una referencia clara de la variabilidad de las temperaturas de motores de las unidades de enfriamiento.

La variabilidad de los puntos de las gráficas de control de medias y rangos puede ser por causas comunes como la vibración de los componentes, desgastes de mecánicos y eléctricos, el medio ambiente al que pueden estar expuestos los motores, la propiedades de los materiales, así como también a variaciones no aleatorias o especiales, es decir aquellas que no están incorporadas al desempeño de los motores de las unidades de enfriamiento como las observaciones de temperaturas por parte de diferentes técnicos, fluctuaciones de voltaje, picos de potencia, precisión en la lectura de temperaturas, equipos de medición inadecuado o descalibrado, método de medición de temperaturas.

Reducir variaciones especiales permitirá tener un control de temperaturas por debajo de los límites superior e inferior de control estadísticos, así como por debajo de los límites especificados por el proveedor.

## RECOMENDACIONES

Aplicación, en la medida de lo posible, la estadística inferencial para el estudio de otras variables que afectan el desempeño de los motores.

Se recomienda aumentar el número de observaciones por día durante los siete días a la semana es decir aumentar el número de subgrupos esto dará un panorama amplio de la variación de temperaturas de las unidades de enfriamiento.

Detectar las causas especiales de variación en el momento en que se presentan y reducirlas para evitar registro inadecuado de datos de temperaturas en el gráfico de control.

Aunque haya un amplio margen entre la tolerancia de temperatura recomendada por el proveedor y los límites de control estadístico superior e inferior obtenidos de los registros, se deberá verificar constantemente que puntos de los subgrupos se acercan a la media de control por debajo y por encima de la forma normal y distribuida aleatoriamente.

Se sugiere el uso de un formato diseñado para el registro y uso del gráfico de control de medias y rangos por parte del personal técnico del departamento de conservación de la institución.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Dounce Villanueva, E. (2014) *La productividad en el mantenimiento industrial*. 3ª. Ed. México: Edit. Patria
- Duffuaa, S.O. (2006) *Sistemas de mantenimiento, planeación y control*. México: Limusa
- Gatica Ángeles, R. R. (2009) *Mantenimiento industrial: manual de operación y administración*. 2ª. Ed. México: Trillas
- Gutiérrez Pulido, H. (2013) *Control Estadístico de la calidad y seis sigma*. 3a.ed. -- México: Mc Graw Hill
- Navarrete Pérez, E. (1999) *Mantenimiento industrial*. México: IPN
- Navidi, W (2006) *Estadística Para Ingenieros Y Científicos*. México: Mc Graw Hill
- Newbrough, E. T. (2000). *Administración del mantenimiento industrial*. México: Diana
- Rey Sacristán, F. (2001) *Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo*. Madrid: CONFEMETAL
- Vilar Barrio, J. F. (1998) *Las 7 nuevas herramientas para la mejora de la calidad*. 2a. ed. Madrid: Fundación Confemetal