

# AttachMec: Interconectividad de estudiantes de ingeniería mecánica y medicina a través de las tecnologías de la información y comunicación

Gabriela Belén López Santana<sup>a</sup>, Isabel Cristina López Santana<sup>b</sup>, Gabriela Estefanía Ortiz Palacios<sup>c</sup>,  
Mario Sebastián Cepeda Díaz<sup>c</sup>.

<sup>a</sup>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador; <sup>b</sup>Ministerio de Salud Pública del Ecuador, Ecuador, <sup>c</sup>Universidad de las Américas UDLA, Ecuador

## RESUMEN

Por décadas en las instituciones de educación superior se ha venido estudiando las ciencias médicas y las ingenieriles por separado, debido a que su campo de aplicación aparentemente es no adyacente. Pero cabe recalcar que la medicina tiene un pilar fundamental en las herramientas que le brinda la ingeniería desde la modelación molecular, matemática y computacional como partes claves para la generación de nuevas estrategias terapéuticas para el tratamiento de un sinnúmero de enfermedades; hasta la administración de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos e instalaciones de sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica en los quirófanos de áreas hospitalarias, a fin de garantizar la máxima disponibilidad de los módulos basados en la generación de confiabilidad, seguridad funcional y mantenibilidad de los mismos. Siendo este último el propósito de la presente investigación, es por eso que mediante el software informático, AttachMec, se pretende la interconectividad de estas dos grandes ramas de la ciencia. Las temperaturas entre las que oscila un quirófano deben estar dentro del rango de 18°C y 22°C para evitar contaminaciones e infecciones nosocomiales en los pacientes, ya que el aire es un vehículo de transmisión de microorganismos. Los equipos utilizados para disponer de aire limpio son de capital importancia al igual que el mantenimiento de los mismos. AttachMec permite disponer de las fichas técnicas de los equipos de aire acondicionado y ventilación, las actividades a realizarse en el mantenimiento preventivo de cada equipo, historial de mantenimiento preventivo y correctivo, cronograma de los próximos mantenimientos, junto con observaciones de los mismos, que muchas veces son desconocidas para los estudiantes de medicina e incluso para los médicos y especialistas en su área de trabajo.

**Palabras Clave:** Medicina, ingeniería, aire acondicionado, ventilación, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, interconectividad, software,

## 1. INTRODUCCIÓN

El medio ambiente en áreas hospitalarias afecta directamente a la transmisión de enfermedades, llegando a ser en muchas ocasiones causa directa de la infección de los enfermos por lo que necesita de aire acondicionado y una climatización aislada del exterior por lo que el recuerdo de haber sentido bajas temperaturas, es habitual en quienes pasaron por un quirófano, ya sea por una cirugía mayor o menor. Dentro de la higiene hospitalaria, el quirófano es una estancia clave, y las áreas quirúrgicas no están exentas de las llamadas infecciones nosocomiales o intrahospitalarias y, por ello, se debe prestar especial atención a la prevención dentro del quirófano. Uno de los factores sobresalientes a considerar es la que la temperatura dentro del quirófano no debe ser mayor a 22°C para evitar la propagación de bacterias. Para que este proceso de transferencia de calor inversa se lleve a cabo es necesario aplicar las leyes de la termodinámica y valernos de una serie de equipos como ventiladores suministro de aire, ventiladores de extracción de aire, unidades manejadoras de aire, condensadoras, evaporadoras, entre otros. Por lo que es de vital importancia el mantenimiento que se dé a estos equipos para su correcto funcionamiento, y que todo el personal hospitalario desde los estudiantes de medicina, los cuales realizan prácticas en áreas médicas, tengan conocimiento de los procedimientos a seguir; de esta manera se pretende controlar que este trabajo se realice a cabalidad y no sea solo cuestión de los técnicos de mantenimiento. Es por esto que haciendo uso de las herramientas informáticas se pretende crear un modelo de software que englobe los aspectos más sobresalientes que debe tener un mantenimiento preventivo eficiente para reducir los mantenimientos correctivos que representan un mayor costo económico y cuya reparación requiere más tiempo debido a que se inhabilita el área de trabajo, lo cual es inaceptable dentro de un hospital, donde se registran emergencias a cada minuto.

## 2. FUNDAMENTACIÓN

### 2.1 Climatización del Quirófano

El control de la temperatura y la humedad del área quirúrgica son automáticos, con sensores de ambiente que mandan una señal a los reguladores y éstos, a su vez, gobiernan las etapas de producción de frío o calor. Debe conservar una alta humedad relativa de 55% para ayudar a reducir la posibilidad de una explosión. La temperatura es controlada por un termostato ubicado dentro del quirófano que se debe conservar entre 18 a 22° C.<sup>1</sup> El quirófano debe estar aislado del exterior y dotado de un sistema de aire acondicionado provisto de filtros especiales, es decir que retenga el 99% de las partículas mayores de 3 micras con una revisión semestral de filtros y grado de humedad.<sup>2</sup> En las áreas como quirófanos, central de esterilización y unidad de cuidados intensivos, el nivel de filtración es de máximo nivel y se le conoce como absoluto. Los filtros HEPA, atrapan las partículas diminutas y una vez que las partículas contaminantes han atravesado el filtro, no pueden reintegrarse al aire debido a sus poros altamente absorbentes; por lo que produce un alto nivel de pureza en el aire que ingresa a las áreas, y una presión positiva para no permitir que ingrese aire contaminado cuando se abre una puerta.<sup>3</sup> Una vez más la ingeniería tiene un papel importante en el diseño, la instalación y el mantenimiento en los sectores productivo, social y de servicios sobre todo el hospitalario.

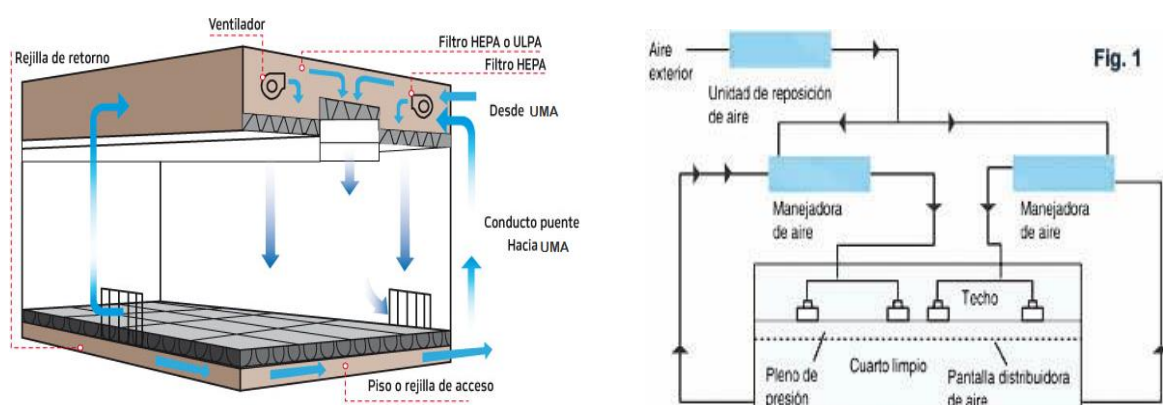


Figura 1. Climatización del área crítica hospitalaria

Los cuartos limpios clase ISO 1, 2 y 3 casi invariablemente son diseñados para flujo de aire unidireccional, que se consigue al proveer al 100% del techo filtros de tipo HEPA o ULPA, e instalando secciones de piso volado con paneles perforados, de este modo el aire se mueve verticalmente hacia abajo desde el techo hacia los paneles en el piso para ingresar luego en un pleno de aire bajo dicho piso. De esta manera el aire se mueve lateralmente hacia ductos en la periferia de la habitación y eventualmente hacia ventiladores recirculadores donde el espacio limpio es estrecho, en el orden de 4.2 a 4.8 m de pared a pared, el piso volado es sustituido por rejillas laterales de retorno de aire, que se mueve verticalmente hacia abajo a entre 0.6 a 0.9 m del piso antes de dividirse para acceder a los retornos dispuestos en las paredes. Cuando se acondiciona el aire, es a través de manejadoras que tratan una parte del aire para luego descargarlo nuevamente a la corriente general antes de tocar los ventiladores de recirculación, Figura 1. En consecuencia, la temperatura de aire entrante puede regresar sólo unos grados debajo a la del aire retornado debido al gran volumen de aire siendo enfriado. Esta variación normalmente permite que los filtros HEPA/ULPA sean utilizados con flujos de aire hacia abajo que no producen condiciones incómodas para el personal.<sup>4</sup>

### 2.2 Refrigeración

Detrás de la climatización de un quirófano se encuentran los principios básicos de la termodinámica que implican que el calor siempre se transmite en dirección de la temperatura decreciente. Este proceso se da naturalmente, sin requerir ningún dispositivo, pero para el proceso inverso se requiere dispositivos cíclicos especializados llamados refrigeradores. El ciclo de refrigeración, Figura 2, utiliza refrigerante como fluido de trabajo, este entra al compresor y se comprime

hasta la presión del condensador, luego sale del compresor a una temperatura relativamente alta y se enfría y condensa a medida que fluye por los serpentines del condensador rechazando calor al medio circundante. Al pasar por la válvula de estrangulamiento su presión y temperatura caen de forma drástica, para después entrar al evaporador, donde el refrigerante se evapora absorbiendo el calor del área que se necesita mantener a bajas temperaturas.<sup>5</sup>

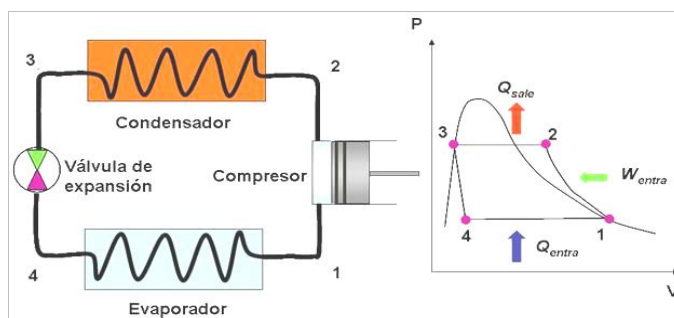


Figura 2. Componentes básicos de un sistema de refrigeración y sus condiciones de operación características

### 2.3 Importancia del mantenimiento de los equipos de aires acondicionados y ventilación

Un mantenimiento adecuado a los aires y ventiladores permite entre otras cosas: aumentar la eficiencia eléctrica del recinto o edificio, dar mayor confort a los usuarios, prolongar la vida útil de los equipos, disminuir las averías y llamadas de emergencia, mantenimiento correctivo de los equipos. Los ingenieros son los encargados del diseño e instalación de los sistemas de aire acondicionado y ventilación, entre otras de sus funciones está el de definir la capacidad de refrigeración de los equipos y de recomendar una adecuada cantidad de inyección de aire fresco, definición de los filtros de aire, extracción de aire en zonas críticas.<sup>6</sup>

## 3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Se utilizaron métodos de investigación empíricos como la observación y la recolección de datos, así como histórico-lógicos para determinar la utilidad y el impacto del software dentro de las instalaciones hospitalarias. La técnica de observación directa fue un indicador relevante debido a que se realizó un trabajo de campo continuo con lo cual se determinó las necesidades específicas del personal de salud. Se entrevistó al personal médico que tenía contacto con áreas de quirófano, los cuales constaban desde estudiantes de medicina realizando sus prácticas hospitalarias, residentes, auxiliares de enfermería, enfermeras, médicos y médicos especialistas, para de esta manera conocer su nivel de conocimiento acerca del mantenimiento preventivo y correctivo que se debía dar a los equipos de aire acondicionado y ventilación que se encontraban en su lugar de trabajo, porque dentro de sus funciones se encontraba la de supervisar el trabajo realizado por ingenieros y técnicos de mantenimiento.

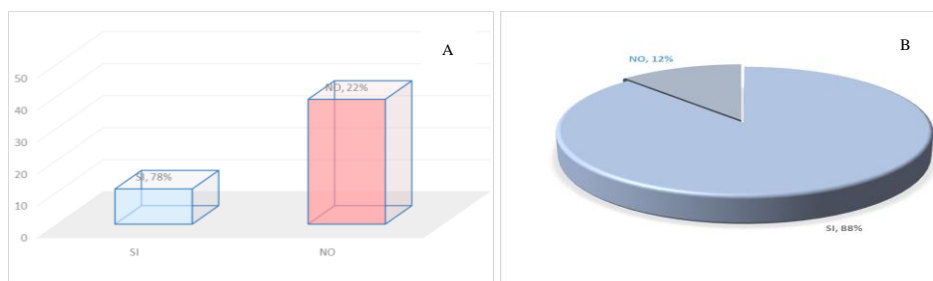


Figura 4. A. Gráfico de columnas de los resultados: “¿Conoce el protocolo de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado y ventilación de áreas hospitalarias?” B. Gráfico de pastel de resultados: “¿Le gustaría que se instauré un software que contenga una base de datos de los equipos de aire acondicionado y ventilación de su área de trabajo junto con su protocolo de mantenimiento?”

Los resultados obtenidos en la investigación nos dan a conocer que el 78% de las personas entrevistadas desconocen el protocolo de mantenimiento preventivo de los equipos de aire acondicionado y ventilación de áreas hospitalarias y solamente se limitan a la lectura de los medidores de temperatura y humedad relativa, mientras que el 22% de la muestra conoce este proceso superficialmente. El hecho de que 88% del personal tenga interés de instaurar un software que facilite el control de estos procedimientos tan trascendentales para la salud de los pacientes, nos lleva a la necesidad de elaborar un código de programación que facilite esta labor.

## 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 Diseño e implementación del software

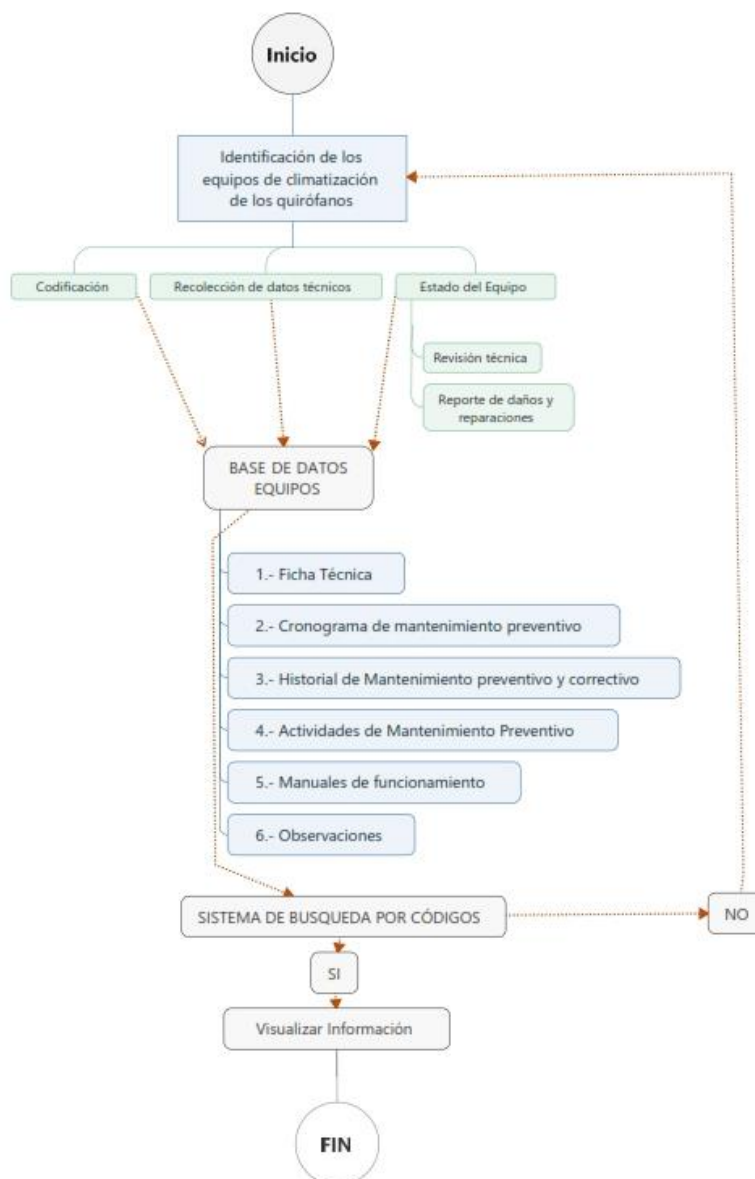


Figura 3. Diagrama de bloque de AttachMec

## 4.2 Interfaz gráfica - AttachMec

AttachMec es un programa ejecutable que dispone una base de datos que corresponde a todos los equipos de ventilación y aire acondicionado que se utilizan para mantener bajas temperaturas en quirófanos de áreas hospitalarias. Se utilizó programación orientada a objetos con BASIC como lenguaje de codificación. Esta plataforma pretende ser amigable con el usuario y suministrar las bases para un mantenimiento eficiente de los equipos médicos, ya que al ser rotativos los profesionales de la salud se necesita un software fijo como fuente de información permanente.

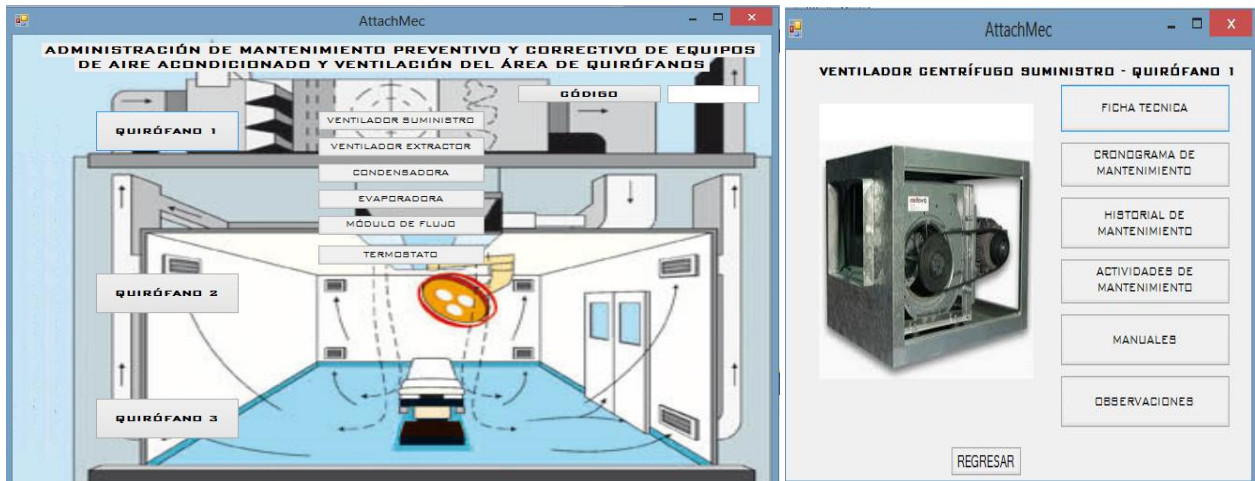


Figura 5. Interfaz gráfica del programa AttachMec

Al dar click en el botón Quirófano 1, Figura 5, se despliegan una serie de opciones que corresponden a los aparatos de ventilación necesarios para mantener la temperatura del quirófano no mayor a 22°C. Y al apuntar con el cursor en uno de ellos con el cursor muestra otra ventana donde muestra las opciones: ficha técnica, cronograma de mantenimiento, historial de mantenimiento, actividades de mantenimiento, manuales y observaciones de cada equipo. Al elegir cualquiera de ellos abre documentos en formato de documento portátil con esta información los cuales pueden ser impresos para ser llevados como respaldos físicos y de esta manera se lleva a cabo la interconectividad de la ingeniería con la medicina con una plataforma amigable con el usuario gracias a las tecnologías de la información y comunicación.

## 5. CONCLUSIONES

En conclusión, si bien cada aplicación, actividad o proceso relacionado al uso médico, de laboratorios, industrial, veterinario o farmacéutico tiene sus propias prácticas para cuidado del personal y resultado de las actividades dentro de ellos se enmarcan los procedimientos quirúrgicos, tratamiento de enfermos, envasado de medicinas, es muy notable que la calidad del aire en sus campos de acción es base fundamental de su éxito.

El programa AttachMec a través de las tecnologías de la información y comunicación demostró ser un puente de unión entre dos ciencias fundamentales para el buen vivir generando así la necesidad de digitalizar la mayor parte de documentación física en electrónica, generando así una conciencia ecológica también sobre el consumo excesivo de papel ahora guardándolos en medios electrónicos.

El cumplimiento del objetivo propuesto en este trabajo, anima a pensar que la innovación educación no se debe limitar a las aulas y tan importante como recibirla en una institución educativa es aplicar los conocimientos adquiridos en el entorno de trabajo, mediante esta herramienta computacional mejorará el control y la supervisión de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de aire acondicionado y ventilación de áreas hospitalarias de parte del personal de salud así como las competencias profesionales de los ingenieros mecánicos.

## REFERENCIAS

- [1] Rubio, M., “Bioseguridad en Quirófano”, Slideshare, 28 de Agosto de 2007, <http://es.slideshare.net/maninarubio/bioseguridad-en-quirfano>> (10 de Octubre de 2016)
- [2] Breiman RF, Butler JC. “Legionnaires' disease: clinical, epidemiological, and public health perspectives”. *Semin Respir Infect*, 84-89 (1998).
- [3] Expósito, H., “Áreas críticas de los hospitales”, *Revista Mundo HVACR*, 3 de Diciembre de 2013, <https://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2013/12/areas-criticas-en-hospitales/>> (11 de Octubre de 2016)
- [4] Vasquez J., “Áreas Clasificadas: Elementos para Ambientes Exigentes”, Inmec Ingenieros SAS, 13 de Octubre de 2014, <http://inmec-ingenieros.webnode.com.co/news/areas-clasificadas-elementos-para-ambientes-exigentes/>> (12 de Octubre de 2016)
- [5] Cengel, Y., Boles, M., Mc Graw Hill, *Termodinámica*, 289-290 (2000)
- [6] Ponchner, S., Director, Multifrio S.A., “Importancia del mantenimiento de los aires acondicionados”, entrevista, 2 de Enero del 2015.