

FAWARE: Software de diagnóstico de factores ambientales

E. Martínez, I. Robledo
Instituto de Ingeniería y Tecnología
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
emartine@uacj.mx, irobledo@uacj.mx

Resumen

Actualmente las empresas deben cumplir con normativas de carácter nacional e internacional que regulan su funcionamiento, procesos, etc. Dentro de esta amplia gama de requerimientos se encuentran las que afectan el desempeño y seguridad de los trabajadores. El presente trabajo se ocupa del cumplimiento de la normatividad vigente en México para los factores ambientales temperatura, ruido, iluminación y temperatura. Esto a través del desarrollo de un software llamado FAWare el cual nos permitirá evaluar y diseñar espacios de trabajo en los que estos factores influyan.

1. Introducción

Factores como temperatura, ruido, vibración e iluminación son aspectos que se deben tomar en cuenta al momento de diseñar espacios adecuados para el desempeño de las actividades del ser humano.

Los factores mencionados al no ser los adecuados en un espacio de trabajo, afectan el desempeño de cualquier actividad que el ser humano realice. Esto nos lleva a pensar que en un futuro próximo, ese trabajador podrá poner en riesgo su salud.

2. Objetivo

Desarrollar un software que permita diagnosticar y diseñar espacios de trabajo adecuados para la realización de actividades del ser humano considerando los factores de temperatura, ruido, vibración e iluminación.

3. Supuesto

El software FAWare será una herramienta novedosa fácil de usar que permitirá diagnosticar y diseñar espacios de trabajo considerando los factores ambientales:

temperatura, ruido, vibración e iluminación, basado en los requisitos y métodos que señala la normatividad nacional vigente.

4. Marco teórico

Se describen los principales conceptos que se manejaron en esta investigación: factores ambientales, temperatura, ruido, iluminación, vibración.

4.1 Factores Ambientales

El lugar de trabajo inmediato del operario, sus máquinas, su disposición con el ambiente, su interacción con otros operarios y la manera de operar su sistema se tienen en cuenta para demostrar cómo afectan significativamente en su desempeño y sus sensaciones de comodidad. Sin embargo, estas consideraciones ambientales son “visibles”; el operario puede verlas y lo afectan en cuanto a que limitan sus acciones, su juicio y sus percepciones inmediatas. Pero también existen aspectos menos tangibles (los “invisibles”) del ambiente; las sensaciones ubicuas a las que está expuesto a partir de las diferentes piezas de la maquinaria, o de los componentes en su lugar de trabajo. Así pues además de otros factores, estos contaminantes incluyen las vibraciones, el ruido, la temperatura y la iluminación.

4.2 Temperatura.

Para el ser humano es de suma importancia mantener y regular la temperatura interna del cuerpo, que como la materia en general, tiende a igualar su temperatura con el ambiente que lo rodea.

La respuesta del hombre al ambiente termal depende, primordialmente, de un equilibrio muy complejo entre la cantidad de calor que produce el metabolismo y la actividad muscular, y el calor que pierde constantemente del cuerpo por la radiación, la convección y la evaporación hacia el ambiente, con el fin de mantener la temperatura interna en condiciones normales de descanso en su estrecho rango de los 36.1 a los 37.2 grados Celsius (97 – 99 grados Fahrenheit). Para esto, es importante proveer un ambiente térmico confortable que permita establecer un equilibrio y evite el estrés térmico.

4.3 Ruido.

El ruido se define frecuente y convenientemente como el "sonido no deseado", definición que en su holgura permite que una fuente de sonido sea considerada como ruido o ausencia de ruido sólo con base en la reacción de el que lo escucha. Se habla de sonido propiamente dicho cuando las oscilaciones son periódicas, y de ruido en caso contrario. El ruido según la Secretaria del Trabajo y Previsión Social: son los sonidos cuyos niveles de presión acústica, en combinación con el tiempo de exposición de los trabajadores a ellos, pueden ser nocivos a la salud del trabajador.

4.4 Iluminación

La iluminación es la medida de la cantidad de luz que incide sobre una superficie de trabajo desde las fuentes de iluminación ambientales y locales. El punto débil de la visión aparece cuando se hace necesario observar pequeños detalles muy cercanos con un nivel de iluminación bajo; en estas circunstancias se incrementan los errores, y surgen la fatiga visual y la fatiga mental, por lo que es explicable que para tareas visuales con esas características se busquen soluciones tales como incrementar el nivel de iluminación y/o el tamaño de los detalles.

El nivel de iluminación que se requiere depende primordialmente de la clase de trabajo que se realice en una tarea determinada. Además de la intensidad del alumbrado, hay que tener en cuenta la calidad de la luz, el deslumbramiento por la localización de las fuentes luminosas, el parpadeo de las lámparas y las sombras producidas.

4.5 Vibración.

Las vibraciones se pueden definir simplemente como cualquier movimiento que hace el cuerpo alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular, como el de un peso en el extremo de un resorte, o tener una naturaleza azarosa. La vibración que se experimenta de una maquinaria suele ser compleja, pero es un movimiento regular. Sin embargo, mediante el empleo de las técnicas de análisis apropiadas, cualquier movimiento complejo puede ser definido en términos de varios componentes simples. Los motores, las máquinas, equipos de aire acondicionado, ventiladores, ordenadores,

etcétera, provocan vibraciones y éstas pueden, y así sucede con mucha frecuencia, transmitirse hasta superficies que están en contacto con el operador.

El avance de la tecnología y su intervención en los puestos de trabajo ha provocado que más trabajadores estén expuestos a vibraciones, las cuales en algunos casos no tienen consecuencias, pero en otros puede afectar a la salud y capacidad de trabajo de quien se expone a ellas.

5. Desarrollo

El software está dividido en 4 módulos que son los correspondientes a las normas de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social para temperatura, ruido, vibración e iluminación. Además se presenta un diseño y diagnóstico de un lugar de trabajo para los factores antes mencionados. En la figura 1 se muestra los 4 módulos de FAWare.



Figura 1. a) Pantalla inicial del factor de Temperatura



Figura 1. b) Pantalla inicial del factor de Ruido



Figura 1. c) Pantalla inicial del factor de Vibración



Figura 1. d) Pantalla inicial del factor de Iluminación

Para el desarrollo del software se utilizó UML (Unified Modeling Language) notación con que se construyen sistemas por medio de conceptos orientados a objetos. Para el desarrollo de FAWare se trabajó en el análisis y el diseño orientado a objetos que consiste en situar el dominio del problema y su solución lógica dentro de la perspectiva de los objetos. Además se trabajó en 3 fases para el desarrollo del sistema FAWare como son Análisis, Diseño y Construcción

5.1 Análisis

En el análisis del sistema se busca conocer los requerimientos, los conceptos y las operaciones relacionadas con el sistema.

5.1.1 Casos de uso

Así como lo propone UML, FAWare utiliza los casos de uso y sus respectivos diagramas para ejemplificar y describir las historias o casos de utilización del sistema. En este caso de estudio, cada uno de los módulos tiene sus propios casos de uso representados en diagramas independientes para entender con mayor claridad la secuencia de eventos de un actor que utiliza el sistema para completar un proceso. Cabe señalar que los casos de uso no tienen como finalidad mostrar los requerimientos ni las especificaciones funcionales, sino solo la descripción del flujo de un proceso.

La metodología utilizada para desarrollar el diagrama de casos de uso se centra en definir exactamente lo que es el sistema o algún módulo, y enseguida los actores que interactúan con él. De esta manera se definió un diagrama de casos de uso para cada uno de los factores involucrados con FAWare.

5.1.2 Modelo Conceptual

El artefacto más importante a crear durante el análisis de FAWare, definitivamente fue el modelo conceptual ya que este explica los conceptos significativos en el dominio del problema. Cada uno de los modelos conceptuales definidos para FAWare tiene la cualidad esencial de representar los procesos sin tener que referirse a componentes de software.

5.1.3 Diagrama de secuencia

Para realizar algún proceso, es necesario que ocurra un evento que desencadene las actividades pertinentes para llevar a cabo la operación solicitada. FAWare utilizó los diagramas de secuencia para mostrar gráficamente los eventos que fluyen del observador (actor) al sistema, esta etapa fue muy efectiva ya que ayuda a conocer con mayor amplitud el sistema. Este tipo de diagramas tiene una gran relación con los casos de uso debido a que describen los actores externos que interactúan directamente con el sistema. Un factor muy importante en estos diagramas es el tiempo, y esto ocurre por que se establecen los eventos en una secuencia lógica de tiempos en los que se realizan las operaciones en el sistema.

5.1.4 Contratos

Teniendo los diagramas de secuencia establecidos, se obtienen las operaciones asociadas a los eventos que pueden ocurrir en el sistema. Las operaciones muestran los eventos generados por un actor externo al sistema y no especifican la funcionalidad asociada con cada una. Para enriquecer la descripción de la funcionalidad que involucra cada operación generada en el sistema, se establecen los contratos, que son los encargados de describir o detallar lo que una operación se propone lograr.

Para desarrollar los contratos es necesario comenzar a visualizar mentalmente el flujo de las actividades que se involucran en una operación y como se desenvuelven en el factor tiempo.

5.2 Diseño

En la fase de diseño se busca una solución lógica basada en el paradigma orientado a objetos. Los artefactos utilizados en el diseño fueron: diagramas de colaboración y diagramas de clases.

5.2.1 Diagramas de colaboración

En los diagramas de colaboración se explica gráficamente, en un formato de grafo o red, cómo los objetos interactúan a través de mensajes para realizar las tareas. La consideración cuidadosa de asignación de responsabilidades y el diseño de la

colaboración entre los objetos son muy importantes, ya que decisiones poco acertadas dan como resultado sistemas difíciles de entender, reutilizar y mantener. Debido a esta importancia en FAWare se le dedicó un gran porcentaje del tiempo total del proyecto.

5.2.2 Diagrama de clases

Después de que se tuvieron los diagramas de colaboración, el siguiente paso fue crear los diagramas de clases, identificando las especificaciones de las clases de software que participan en la solución del sistema. La información que manejamos en estos diagramas, fue: clases, asociaciones y atributos, métodos, información sobre los tipos de atributos.

El objetivo de este artefacto de diseño es poder facilitar la transición a la construcción del software, teniendo definidas las clases a utilizar, los métodos de cada clase, así como los atributos de los mismos.

5.3 Construcción

En esta fase se hizo toda la programación correspondiente a la documentación del sistema FAWare en donde incluye todos los diagramas elaborados en la fase de análisis y diseño. La programación de FAWare está hecha en aplicaciones para web como son los ASP (Active Server Pages)

6. Resultados (cuantitativos)

Aportar un software como una herramienta novedosa y fácil de usar que permita diagnosticar espacios de trabajo considerando temperatura, ruido, vibración e iluminación y proponer desde el punto de vista ergonómico un medio ambiente de trabajo que cumpla con los requerimientos mínimos necesarios para el desarrollo de actividades con el menor impacto al ser humano.

Además, la utilización de la herramienta de modelado UML, para el análisis y diseño de FAWare, resultó ser de gran ayuda ya que mediante los diagramas utilizados se pudo conocer de manera sencilla las partes o entidades en las que estaba dividida el sistema, así como el comportamiento de las mismas; es decir el trabajo o función que realizan. Asimismo, los diagramas permiten la documentación clara y precisa del

sistema a diseñar. Por lo que contar con un documento que especifique los requerimientos del sistema, así como una posible solución nos ayuda a comprender y no olvidar detalles de funcionamiento del sistema así como modificar o agregar si se desea en un futuro otras funciones imprevistas.

También esta herramienta nos permitió una mejor calendarización, manejo de riesgos del proyecto, en general, una mejor planeación y por lo mismo pudimos obtener mejores resultados.

Por otro lado, el contar con una herramienta de este tipo ayuda de una manera significativa a las áreas donde se aplica la ergonomía y que no cuenten con un experto que pueda hacer las evaluaciones correspondientes para determinar los requerimientos mínimos necesarios en un lugar de trabajo de los factores como temperatura, ruido, vibración y temperatura.

7. Conclusiones y recomendaciones

Evaluar las condiciones ambientales como temperatura, ruido, vibración e iluminación en un espacio de trabajo y determinar si las condiciones son las adecuadas para el correcto desempeño de las actividades del hombre suelen realizarse de forma manual y normalmente por un experto. No todas las organizaciones cuentan con personal capacitado para evaluar el lugar de trabajo, desde el punto de vista de estos factores, pero con el apoyo de la tecnología y en este caso de un software, este tipo de estudios será más accesible, fácil y rápido.

8. Bibliografía citada

- 1** Craig, L. (1999). UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos. México: Prentice Hall.
- 2** Gabriel Salvendy. (1997). Handbook of Human Factors and Ergonomics (2a. edición). USA: Edited by Gavriel Salvendi.
- 3** Jan, D. Bernard A. Weerdmeester. (2000). Ergonomics for Beginners. (2a. edición). Great Britain: Taylor & Francis..
- 4** John H. Burgess. (1987). Designing for Humans: The Human Factor in Engineering. USA Mc graw hill.

- 5 K.E. Kroemer-Elbert, K. H. E. Kroemer, Henrike Kroemer. (1993). Ergonomics. How to design for ease & efficiency. USA: Prentice hall
- 6 Osborne, D. (1996). Ergonomía en acción. (2a. Edición). México, D.F: Trillas.
- 7 Mondelo, P. Gregori, E. Comas, S. Castejon, E. y Bartolomé, E. (2000). Ergonomía 2 Confort y Estrés Térmico. México, D.F: Alfaomega-Ediciones UPC.

Internet.

- 1 Secretaria del Trabajo y Previsión Social. *Normas Oficiales Mexicanas Sobre Seguridad e Higiene*. [Consultado en Mayo de 2002]
<http://www.stps.gob.mx/index2.htm>