

METRIX VR “LABORATORIO VIRTUAL DE ERGONOMIA”

Alma Lilia Vega García
Marisela Montaña Bojórquez
Elva Georgina García Mora
Carlos Alberto Miranda Blanco
Mauro Orlando Montaña Fimbres
Francisco Octavio López Millán
Enrique Javier de la Vega Bustillos
almita_2706@hotmail.com, m_montano09@hotmail.com,
carlos_tepache@yahoo.com, e_delavega_mx@yahoo.com

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL, INSTITUTO TECNOLOGICO DE HERMOSILLO

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar un software para la enseñanza de los métodos de la evaluación, desde el punto de vista de la Ergonomía, de estaciones de trabajo utilizando la realidad virtual. La ingeniería industrial es una profesión que entre sus muy amplios y principales objetivos se encuentra el Diseño y Evaluación de Estaciones de trabajo. La herramienta que se utiliza para aplicar de una manera óptima y eficiente los principios en cuanto a diseño y evaluación se refiere, es la Ergonomía; la cual nos ayuda a prevenir Desordenes Traumáticos Acumulativos, cansancio y lesiones por manejo de materiales.

Metrixx Vr, es un software que aplica la tecnología de la realidad virtual para la evaluación ergonómica de diferentes estaciones de trabajo; donde se podrán evaluar por diferentes metodologías los riesgos de ocurrencia de daños por traumatismos acumulativos o por fatiga; de la misma forma es una guía virtual para cualquier persona interesada en conocer y profundizar sobre las evaluaciones de condiciones de trabajo en cualquier empresa o industria. Metrixx Vr, también sirve de ayuda para la Toma de ediciones en cualquier aspecto referente a la Ergonomía. Este programa abarca diferentes géneros, es decir, se pueden evaluar actividades sencillas, como las que realiza una secretaria hasta actividades más complicadas como las que se realizan en una línea de ensamble.

INTRODUCCIÓN

La principal ventaja que presenta este proyecto, es la facilidad con que cualquier persona puede realizar prácticas de Ergonomía, la falta de un laboratorio convencional, ya no será más un impedimento para que se apliquen al máximo los conocimientos adquiridos.

“METRIX VR” tiene fácil manejo, sólo se necesita conocer principios básicos de computadora, para poder obtener el resultado deseado. Además, sirve de ayuda para la Toma de Decisiones en cualquier aspecto que se refiera a la Ergonomía, en distintas áreas de trabajo. Este programa abarca diferentes géneros, es decir, se pueden evaluar actividades sencillas, como las que realiza una secretaria, hasta estaciones complicadas, como líneas de ensamble.

“METRIX VR” tiene la opción en la cual el alumno puede realizar sus evaluaciones de trabajo y verificar si sus resultados son los correctos. El programa indicará sus errores si los hubiese, o en caso contrario, se mostrará un diálogo en el cual se especifique que las todas las respuestas son correctas, y de esta forma, finalizará la evaluación acertadamente.

OBJETIVO

- Diseñar un Laboratorio Virtual de Ergonomía.
- Implantar en todos los tecnológicos de la república el programa de “Laboratorio Virtual de Ergonomía”, para uso de los alumnos de Ingeniería Industrial.

MARCO DE REFERENCIA

METRIX VR se desarrollo en varios módulos: DTA's, Biomecánica, Antropometría, Condiciones ambientales, Gasto metabólico de Energía

DTA's

Vern Putz - Anderson (1994), define Desórdenes Traumático Acumulativos combinando el significado de cada una de las palabras que lo componen:

"Acumulativos indica que la lesión se ha desarrollado gradualmente a través de un periodo de tiempo (semanas, meses o años), como resultado de un esfuerzo repetido en alguna parte del cuerpo. Este concepto se basa en la teoría de que cada repetición de alguna actividad produce algún micro-trauma resultado del deterioro del cuerpo; Traumático significa una lesión corporal ocasionada por esfuerzos mecánicos y desorden se refiere a

condiciones físicas anormales".

Por lo tanto, integrando estos conceptos se puede concluir que un Desorden Traumático Acumulativo es una lesión física que se desarrolla gradualmente sobre un período de tiempo; como resultado de repetidos esfuerzos sobre una parte específica del sistema músculo - esquelético.

ERGOTEC.- Ergotec es un método para la evaluación ergonómica de estaciones de trabajo, cuyo objetivo es eliminar o minimizar las causas de los DTA's relacionados con el trabajo. El método permite identificar los puestos de trabajo que presentan o son susceptibles de presentar problemas de este tipo, así como determinar el riesgo asociado con ellos para poder iniciar acciones que los resuelvan. La estimación del riesgo se hace con la lista de verificación durante la recolección de datos y su evaluación, los posibles resultados de esta estimación son puestos de trabajo clasificados como de bajo, mediano o alto riesgo, lo cual facilita la priorización de problemas.

RULA .- McAtamney y Corlett (1993) presentan un método conocido como RULA (Rapid Upper Limb Assesment). Este método fue desarrollado para investigar los factores de riesgo asociados con los desórdenes en las extremidades superiores.

PLIBEL.- Aunque es llamado un método, en realidad PLIBEL es una lista de verificación propuesta por Kemmlert (1995) para la identificación de riesgos ergonómicos. PLIBEL fue usado inicialmente en un estudio de lesiones músculo – esqueléticas en 200 puestos de trabajo evaluando las condiciones ergonómicas y los posibles cambios que se tomaron.

BIOMECANICA

NIOSH (The National Institute of Occupational Safety and Health).- Las lesiones de la espalda atribuidas a actividades de levantamiento manual de objetos continua siendo una de los principales intereses de la medicina preventiva, laboral y de la ergonomía. A pesar de los esfuerzos en el control, incluyendo programas dirigidos a los trabajadores y métodos de trabajo, las lesiones de la espalda continúan siendo un porcentaje considerable del

sufrimiento humano y de los costos económicos.

En 1981 The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) reportó que al menos que el 25% de las lesiones aproximadamente 12 millones de días perdidos y 1000 millones de dólares en costos de compensación, se podían atribuir a actividades relacionadas con el MMM. En ese mismo año la NIOSH reconoció el creciente problema de las lesiones en la espalda relacionadas con el trabajo, y publicó la “Guía de Prácticas de Trabajo para el Levantamiento Manual”. Esta guía contenía un sumario de la literatura relacionada con el levantamiento hasta 1981; procedimientos analíticos y una ecuación de levantamiento para calcular un peso recomendado para tareas de levantamiento simétricas especificadas a dos manos; y una propuesta para controlar el peligro de lesiones en la espalda para levantamientos manuales. La propuesta de control se asociaba a un límite de acción (LA), un término resultante que denotaba el peso recomendado derivado de la ecuación de levantamiento.

NIOSH (1994) reconoce que aunque la ecuación revisada del levantamiento no ha sido completamente validada, los límites de peso recomendados derivados de la ecuación revisada son consistentes con, o menores que, aquellos generalmente reportados en la literatura. Además la aplicación correcta de la ecuación revisada es más adecuada para proteger la salud de los trabajadores en una amplia variedad de tareas de levantamiento que otros métodos que se basan en un solo factor o criterio. A diferencia de las guías de levantamiento de 1981, las nuevas guías requieren de muchos más cálculos, haciendo esencial un programa para computadora que realice todos estos cálculos.

FUERZA DE COMPRESIÓN DE DISCO EN L5/S1 .- El modelo biomecánico presentado por Chaffin y Anderson (1984) puede ser usado únicamente para determinar la fuerza de compresión de disco L5/S1 durante una tarea de levantamiento, pero no predice la fuerza durante un levantamiento con giro o inclinación. El disco L5/S1 (unión lumbosacral) es el punto de cálculo para la fuerza de compresión de disco, debido a que es el disco más estresado durante el levantamiento.

NIOSH (1994) indica que la compresión en L5/S1 que exceden los 250 kgs. ha demostrado que inciden en las lesiones de la parte baja de la espalda, esta fuerza de

compresión ejercida en los discos de la parte baja de la espalda es una función de la longitud y peso de los miembros superiores, los ángulos verticales del tronco y los miembros superiores y el peso del objeto levantado.

GASTO METABÓLICO DE ENERGÍA

En los trabajos de MMM requieres actividades físicas tales como levantar / bajar una caja, empujar / jalar un carro, o cargar un objeto. En un proceso llamado metabolismo, el cuerpo convierte la comida y utiliza el oxígeno para dar a los músculos la energía química necesaria para producir movimiento. Cuando la actividad física se incrementa, la demanda muscular de esta energía química también se incrementa y el cuerpo responde incrementando el ritmo cardiaco y respiratorio, cuando no se alcanzan los requerimientos musculares (el gasto metabólico de energía excede la capacidad corporal de producir energía: esta capacidad es llamada Máximo Poder Aeróbico), se produce la fatiga física y se puede desarrollar un accidente cardiovascular. La fatiga física compromete la precisión, productividad y seguridad del trabajador.

Hay diferentes métodos directos e indirectos para determinar la demanda metabólica de un trabajo. Bridger (1995) dice que la medición directa del consumo de oxígeno mide la cantidad de oxígeno consumido mientras el trabajador ejecuta un trabajo, este volumen es convertido a unidades de energía por un factor de escalamiento, lo cual constituye un método más preciso y confiable, sin embargo, requiere conocimientos especiales y equipo técnico especiales. También necesita ser aplicado a un grupo de diferentes trabajadores ejecutando el mismo trabajo a fin de desarrollar información grupal del gasto metabólico de energía.

Bernard (1991) indica que el método de tablas estándar para aproximar la demanda metabólica se utiliza diferentes formas, una de las cuales involucra comparar el trabajo que se está evaluando a una lista de trabajos industriales estándar que tiene su correspondiente gasto metabólico de energía para una persona de sexo / edad específicos ejecutando este trabajo.

ANTROPOMETRÍA

La antropometría y los campos de la biomecánica afines a ella tratan de medir las características físicas y las funciones del cuerpo, incluidas las dimensiones lineales, peso, volumen, tipos de movimiento, etc. Aunque éste no es el mejor momento para reproducir la voluminosa cantidad de datos antropométricos que se han ido acumulando al paso de los años, como mínimo ilustraremos algunos de tales datos. En términos generales, las mediciones de las dimensiones del cuerpo son de dos clases, a saber:

DIMENSIONES ESTRUCTURALES DEL CUERPO: Las dimensiones estructurales del cuerpo se toman con el cuerpo de los sujetos en posiciones fijas (estáticas) estandarizadas. Por ejemplo, en un reconocimiento (Heberg) se midieron 132 características diferentes de 4000 personas pertenecientes al personal de vuelo de la Air Force. Las mediciones de diferentes características del cuerpo pueden tener alguna aplicación específica, aunque sea para diseñar petos protectores para árbitros de béisbol, auriculares o gafas de pinza (quevedos). Sin embargo, las mediciones de ciertas características del cuerpo tienen probablemente una utilidad bastante general, y los datos resumidos de algunas de estas características los presentaremos con propósitos de ejemplificación. Estos datos proceden de una investigación efectuada por el United States Public Health Service (Servicio de Sanidad Pública de los Estados Unidos) sobre un conjunto representativo de 6672 hombres y mujeres adultos. Además, los datos correspondientes a investigaciones de otras muestras pueden variar a partir de la fecha de la investigación.

DIMENSIONES FUNCIONALES DEL CUERPO.- Las dimensiones funcionales del cuerpo se toman a partir de las posiciones del cuerpo resultante del movimiento. Aunque las dimensiones estructurales del cuerpo resultan útiles para determinadas finalidades de diseño, las dimensiones funcionales son, probablemente, mucho más útiles para la mayoría de los problemas del diseño. En la mayor parte de las circunstancias de la vida, nadie permanece inactivo (ni tan siquiera cuando duerme). Antes bien, en la mayoría de las situaciones laborales o de ocio, las personas están "funcionando", ya sea porque manejan el volante de un automóvil, o porque preparan una ratonera o alcanzan el salero encima de la mesa.

CONDICIONES 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 tuvieron en cuenta para demostrar cómo afectan significativamente su desempeño y sus sensaciones de

comodidad. Sin embargo, estas condiciones ambientales son "visibles"; el operario puede verlas y lo afectan en cuanto que limitan sus acciones, su juicio y sus percepciones inmediatas. Pero existen aspectos menos tangibles (tal vez 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 de su lugar de trabajo. Así pues, además de otros factores, estos contaminantes incluyen la iluminación, el ruido y la temperatura.

ILUMINACIÓN.- El Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo establece en el título octavo, capítulo VIII, lo siguiente:

ARTÍCULO 155. Los centros de trabajo deberán tener iluminación suficiente y adecuada, que no produzca deslumbramientos o incomodidades para los trabajadores.

ARTÍCULO 156. En los lugares de trabajo en que la interrupción de la iluminación artificial represente un peligro para los trabajadores, se instalarán sistemas de iluminación de emergencia.

ARTICULO 157. La iluminación de los accesos, escaleras, lugares destinados al tránsito o a servicios de los trabajadores y los que se utilicen para almacenes, deberán tener una intensidad mínima de 100 unidades lux, medidas a un plano horizontal sobre el piso a una altura de 75 cm. a un metro.

ARTÍCULO 158. La iluminación de los planos de trabajo deberá tener la intensidad que se señala a continuación:

1. Para trabajos en los que no sea preciso apreciar detalles, de 100 a 200 unidades lux.
2. Para los trabajos en los que sea preciso apreciar detalles toscos o burdos, de 200 a 300 unidades lux.
3. Para trabajos en los que sea preciso apreciar detalles medianos, de 300 a 400 unidades lux.
4. Para trabajos en los que sea indispensable apreciar detalles muy finos, de 500 a 1000 unidades lux.

RUIDO.- Es aquel estímulo o estímulos auditivos que no mantienen relación de información respecto a la presencia o realización de una tarea inmediata. El ruido puede o no ser dañino a la capacidad auditiva dependiendo de su carácter y a las condiciones de exposición.

El nivel de presión del sonido corresponde a la altura o amplitud de la onda del sonido y se define como "La presión más alta, sonido más fuerte".

TEMPERATURA.- El cuerpo humano trata naturalmente de conservar una temperatura media constante de unos 36 C. Cuando el cuerpo humano se expone a temperaturas inusualmente altas, se origina una gran transpiración y gran cantidad de sudor se evapora de la piel. En la transpiración sale también Cloruro de Sodio a través de los poros y queda ahí como residuo de la evaporación. Todo esto es una pérdida directa del sistema y puede alterar el equilibrio normal de los líquidos del organismo. El resultado se traduce en fatiga y calambres por el calor, que ocasionan a su vez una disminución en la producción. La actuación de un buen operario decrece tan rápidamente como la de un trabajador medio y la de uno menos que mediano. En tareas de oficina, como la mecanografía, no solo disminuye la cantidad de trabajo sino que aumenta también la cantidad de errores.

Por otra parte, estudios de tiempo muy detallados han revelado repetidamente la pérdida de producción ocasionada por condiciones de demasiado frío. La temperatura debe regularse de manera que permanezca entre unos 18 y 24°C durante todo el año. Si puede mantenerse este nivel, las pérdidas y retrasos por excesos de calor o de frío, como calambres, fatiga y alteración de la destreza manual, se reducirán al mínimo.

REALIDAD VIRTUAL

Definitivamente un término muy sonado y controversial. En éstos días en que todo es virtual, encontramos mucha confusión en las personas expuestas de una u otra forma a los nuevos medios. En el nombre en sí hay una gran contradicción: Realidad Virtual. Algo que es, pero no es. Sin embargo no tenemos que complicarnos la vida tratando de explicar la paradoja.

La realidad virtual es una representación de las cosas a través de medios electrónicos, que nos da la sensación de estar en una situación real en la que podemos interactuar con lo que nos rodea. Para aquellos que prefieran examinar con mayor detalle sus características, a continuación hay información a mayor profundidad sobre realidad virtual:

La realidad virtual puede ser de dos tipos: inmersiva y no inmersiva. Los métodos inmersivos de realidad virtual con frecuencia se ligan a un ambiente tridimensional creado por computadora el cual se manipula a través de cascos, guantes u otros dispositivos que capturan la posición y rotación de diferentes partes del cuerpo humano.

La realidad virtual no inmersiva utiliza medios como el que actualmente nos ofrece Internet en el cual podemos interactuar a tiempo real con diferentes personas en espacios y ambientes que en realidad no existen sin la necesidad de dispositivos adicionales a la computadora.

La realidad virtual no inmersiva ofrece un nuevo mundo a través de una ventana de escritorio. Este enfoque no inmersivo tiene varias ventajas sobre el enfoque inmersivo como: bajo costo y fácil y rápida aceptación de los usuarios. Los dispositivos inmersivos son de alto costo y generalmente el usuario prefiere manipular el ambiente virtual por medio de dispositivos familiares como son el teclado y el ratón que por medio de cascos pesados o guantes.

CONCLUSIONES

En el presente proyecto se diseñó y se desarrolló el software de Tecnología de Realidad Virtual, que contiene los principios básicos de Ergonomía. Se concluye que con la ayuda de este programa, el alumno puede aplicar los conocimientos adquiridos con la misma eficiencia que si lo hiciera en un laboratorio convencional.

Las principales ventajas que se muestran es que el Laboratorio Virtual es mucho más económico y práctico, que el tener un espacio físico equipado para las prácticas de Ergonomía. Y además de la gran diferencia de costos, el alumno puede disponer del programa a cualquier hora, y en la comodidad de su hogar. De esta forma los alumnos podrán realizar sus prácticas en sus casas, o en cualquier lugar en donde se tenga una computadora.

Este programa se implantará en el Instituto Tecnológico de Hermosillo, a partir del siguiente ciclo escolar. Este concurso de creatividad, es una oportunidad que se nos brinda para dar a conocer el software a los diferentes Institutos de nuestro país, de tal forma que sea una pauta para instalarlo también en dichas instituciones.

REFERENCIAS

Bernard, T. E. (1991), Metabolic Heat Assessment, Motor Vehicle Manufacturers Association, USF9008-C0173.

Bridger, R. S. (1995), Introduction to Ergonomics. McGraw Hill, United States of America

Chaffin, D. B. (1966), The prediction of physical fatigue during manual labor, Journal of Methods-Time Measurement, 11(5), 25-32

Chaffin, D. B. y Anderson, G. B. J. (1984), Occupational biomechanics, Willey Interscience, New York, U. S. A.

Kemmlert, K. (1995), A method assigned for the identification of ergonomic hazards - PLIBEL. Applied Ergonomics. Vol. 26, No. 3. 199-211

Institute of Industrial Engineers (1983), Industrial Engineering Terminology. John Wiley & Sons, Inc. U. S. A.

Mc Atamney, L y Corlett. E. (1993), RULA: A Survey method for the investigation of Work- Related Upper Limb Disorders. Applied Ergonomics. Vol. 24 No. 2, p. 91-99.

Moore, Debora (1991), Manager's Guide to Workplace Ergonomics. Business & Legal reports, Inc. Madison, CT. E. U. A.

National Institute For Occupational Safety And Health (1981), Work Practices Guide For Manual Lifting, Cincinnati, Ohio, E. U. A.

National Institute for Occupational Safety and Health (1994), Revised NIOSH Lifting Equation, Ohio, USA

www.members.tripod.com/ergonomia2/

www.alebrije.uam.mx/ergonomia/bienvenida.htm

www.activamente.com/mx/vrml/