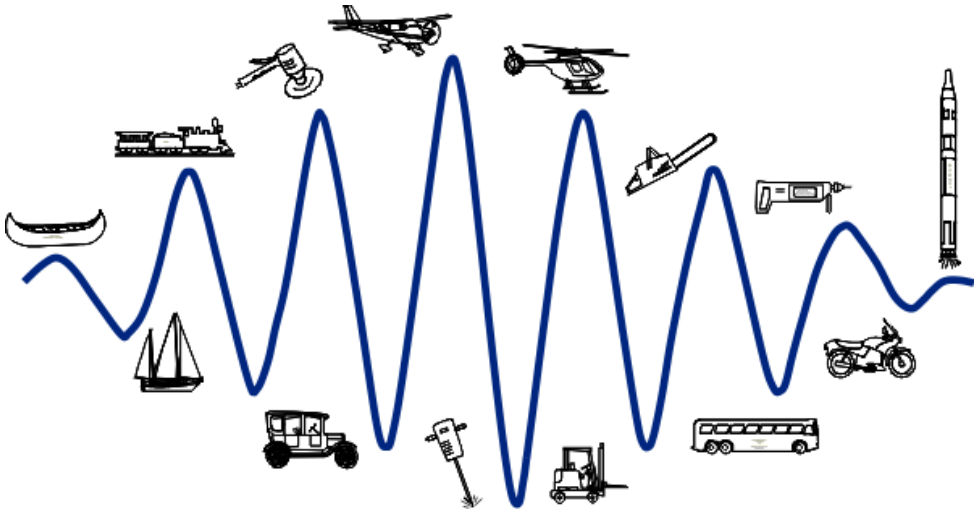
VIBRACIÓN

PROTOCOLO

CURSO DE CONDICIONES DE TRABAJO



http://www.humanvibration.com/humanvibration/

EDICIÓN 2011 – II
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
LABORATORIO DE PRODUCCIÓN

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 3
OBJETIVOS 3
INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD 3
2. MARCO TEÓRICO 4
2.1 GENERALIDADES SOBRE VIBRACIÓN 4
2.2 TIPOS DE VIBRACIÓN 4
2.2.1 Vibraciones determinísticas 4
2.2.2 Vibraciones estocásticas o aleatorias 4
2.3 FÍSICA DE LAS VIBRACIONES 4
2.4 VIBRACIONES EN EL CUERPO HUMANO 4
2.4.1 Clasificación por frecuencia 4
2.4.2 Clasificación por vía de acceso 5
2.5 CÁLCULO DE LA EXPOCISIÓN A VIBRACIÓN 5
3. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA 8
3.1 MEDICIONES BRAZO-MANO 9
Figura 3: Fijación de instrumento indirecta sobre herramienta (4). 9
3.2 MEDICIONES DE CUERPO COMPLETO 10
3.3 EVALUACIÓN DEL CONFORT 10

INTRODUCCIÓN

La medición de vibraciones en el cuerpo humano resulta un estudio de considerable importancia dentro de las condiciones ergonómicas de trabajo. A menudo los trabajadores se ven afectados por las vibraciones provenientes de las herramientas, máquinas y lugares que utilizan y en el cual se encuentran; llevándolos a sufrir de problemas de estrés o lesiones físicas. A continuación se muestra una guía para desarrollar una medición de vibración, teniendo en cuenta varios aspectos del concepto mismo.

OBJETIVOS

- Comprender el concepto de vibración en el cuerpo humano.
- Comprender los requerimientos para el desarrollo de la práctica de vibración.
- Conocer los pasos para el desarrollo de la práctica de vibración.
- Conocer el uso del medidor de vibraciones.
- Entender la importancia y uso adecuado de los instrumentos de seguridad en la práctica.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

- Seguir las instrucciones del profesor en todo momento.
- Conocer el funcionamiento de los equipos antes de interactuar con los mismos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES SOBRE VIBRACIÓN

La vibración se refiere a cambios alternativos de forma en un cuerpo, de modo que sus puntos oscilen sincrónicamente en torno a posiciones de equilibrio (1). Específicamente, las vibraciones en el cuerpo humano; dependiendo de las características del movimiento, la persona, la actividad realizada y varios aspectos del entorno, pueden ser consideradas como una fuente de confort ó, como una molestia (2).

2.2 TIPOS DE VIBRACIÓN

Las vibraciones, al ser un movimiento oscilatorio pueden ser descritas mediante ecuaciones matemáticas, también, es esta propiedad la que permite dividirlas en dos grupos:

2.2.1 Vibraciones determinísticas

Al estudiar un efecto de vibración como un fenómeno sinusoidal, es posible calcular la amplitud de la onda vibratoria y la repetición de los ciclos de oscilación (frecuencia de la vibración). Conociendo estos parámetros, se logra determinar la naturaleza de la onda vibratoria en el futuro, de ahí el nombre de “determinísticas” (2).

2.2.2 Vibraciones estocásticas o aleatorias

Son pocos los casos en los cuales se presenten vibraciones determinísticas, la mayoría presentan ondas sinusoidales distorsionadas que poseen una mezcla de armónicos (sonidos producidos por la resonancia de otros). A estas vibraciones que no permiten un conocimiento seguro del comportamiento futuro se les llama aleatorias (2).

2.3 FÍSICA DE LAS VIBRACIONES

Comentario [J1]: BUSCAR EN EL LIBRO DE FISICA SOBRE MOVIMIENTOS OSCILATORIOS. EL CUAL CORRESPONDE A LA REFERENCIA (3)

2.4 VIBRACIONES EN EL CUERPO HUMANO

Las vibraciones que actúan sobre el cuerpo humano son un ítem importante en el estudio de condiciones de trabajo. El propósito de su análisis es la prevención de enfermedades profesionales y la evaluación del confort (4). Comúnmente, las vibraciones pueden ser clasificadas por su frecuencia ó, por la vía de transmisión al cuerpo humano (4) (5).

2.4.1 Clasificación por frecuencia

- Vibraciones de muy baja frecuencia: Se encuentran presentes en máquinas en movimiento como medios de transporte. Pueden provocar trastornos en el sistema nervioso y estimulación del oído (6).

- Vibraciones de baja frecuencia: Se encuentran presentes en vehículos industriales y vehículos de obras públicas entre otros. Pueden provocar lumbalgias, hernias y síntomas neurológicos (6).
- Vibraciones de alta frecuencia: Se encuentran presentes en herramientas manuales rotativas, por ejemplo; pulidoras, lijadoras, martillos etc. Pueden provocar trastornos ósteoarticulares como lesiones de muñeca y artrosis (6).

2.4.2 Clasificación por vía de acceso

- Vibraciones de brazo-mano: Vibraciones inducidas vía las manos. Pueden causar desórdenes circulatorios y enfermedades de hueso, musculo o articulaciones (4).
- Vibraciones de cuerpo completo: Vibraciones inducidas vía la espalda, pies o cabeza, dependiendo de la posición de la persona. Pueden causar dolor de espalda o daño en la columna vertebral (4).

	VIBRACIONES BRAZO-MANO	VIBRACIONES DE CUERPO COMPLETO
EXPOSICIÓN PERMITIDA	2.5 m/s^2	0.5 m/s^2
LÍMITE DE EXPOSICIÓN	5 m/s^2	1.15 m/s^2

Tabla 1: Valores de exposición regular y límite para vibraciones según vía de acceso (4).

Cualquier valor mayor al valor de exposición permitida resultará en un análisis para reducir la exposición. Para reducir la exposición a vibraciones es conveniente tener en cuenta:

- Cambio en el método de trabajo
- Diseño ergonómico del equipo de trabajo
- Diseño del puesto de trabajo
- Instrucciones y capacitación sobre el uso correcto del equipo de trabajo.
- Minimizar la duración de exposición a vibraciones.
- Incluir periodos de descanso en la jornada de trabajo (4).

2.5 CÁLCULO DE LA EXPOCISIÓN A VIBRACIÓN

Para obtener el nivel de exposición a vibraciones, se debe realizar el cálculo de *exposición diaria A(8)* la cual se refiere a la aceleración continua en una jornada de trabajo normal de 8 (ocho) horas. Para realizar el cálculo basta con tomar mediciones en momentos representativos sobre las actividades durante la jornada normal de trabajo (4).

Cálculo de la exposición:

$$A(8) = a_{we}\sqrt{\frac{T_e}{T_0}} \qquad (4)$$

Donde

a_{we} Es la energía equivalente del valor medio de la aceleración de frecuencia ponderada durante la exposición.

T_e Duración total de la exposición en un día de trabajo.

T_0 Es la duración de referencia para 8 horas (4).

La exposición diaria puede consistir de varias actividades con diferentes magnitudes de vibración, en este caso se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0}\sum_{i=1}^{n} a_{wi}^2\, T_i} \qquad (4)$$

Donde

a_{wi} Es la energía equivalente del valor medio de la aceleración de frecuencia ponderada durante la exposición para la actividad i.

n Número de actividades

T_e Duración total de la exposición de la actividad i.

T_0 Es la duración de referencia para 8 horas (4).

Para el caso de **vibraciones brazo-mano** la energía equivalente a_{we} es calculada según la ISO 5349. Resulta de la raíz de la suma de cuadrados de los valores a_{wx}, a_{wy} y a_{wz}. Donde los valores "a" son las componentes ortogonales en cada una de las direcciones, cada uno con un factor de filtro W_h. Esta suma es llamada generalmente **Valor Total de Vibración a_{hv}:**

$$a_{we} = a_{hv} = \sqrt{a_{wx}^2 + a_{wy}^2 + a_{wz}^2} \qquad (4)$$

Nota: para máquinas que requieren ambas manos se debe medir la exposición en cada mano y tomar el mayor dato (4).

Para la medición de **vibraciones de cuerpo completo** se realiza un proceso paralelo al anterior teniendo en cuenta los filtros para cada eje (4).

EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LA SALUD				
Postura	**Locación**	**Dirección**	**Frecuencia de ponderación**	**Factor k**
Sentado	Superficie de asiento	X/Y	Wd	1,4
		Z	Wk	1
EVALUACIÓN DE CONFORT				
Sentado	Superficie de asiento	X/Y	Wd	1
		Z	Wd	1
	Apoyapié	X/Y/Z	Wk	1
	Respaldo	X*	Wc	0,8
		Y	Wd	0,5
		Z*	Wd	0,4
Parado	Apoyapié	X/Y	Wd	0,25
		Z	Wk	0,4
Yacente	Pelvis	X (Vertical)	Wk	1
		Y/Z (Horizontal)	Wd	1
	Cabeza	X (Vertical)	Wj	1
Indefinido	"In buildings"	X/Y/Z	Wm	1

Tabla 2: Factor multiplicativo según eje y locación (4).

El mayor valor entre las tres mediciones es usado para el cálculo del A(8). Si no existe un valor predominante, la energía equivalente a_{we} puede ser calculada usando los filtros de la siguiente forma:

$$a_{we} = a_{hv} = \sqrt{k_x^2 a_{wx}^2 + k_y^2 a_{wy}^2 + k_z^2 a_{wz}^2} \quad (4)$$

3. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

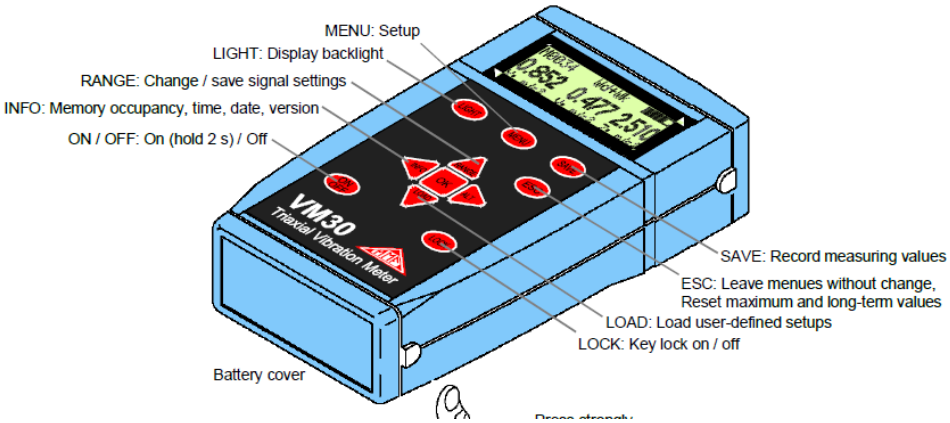


Figura 1: Medidor de vibración VM30 (4).

El medidor posee dos sensores de vibración;

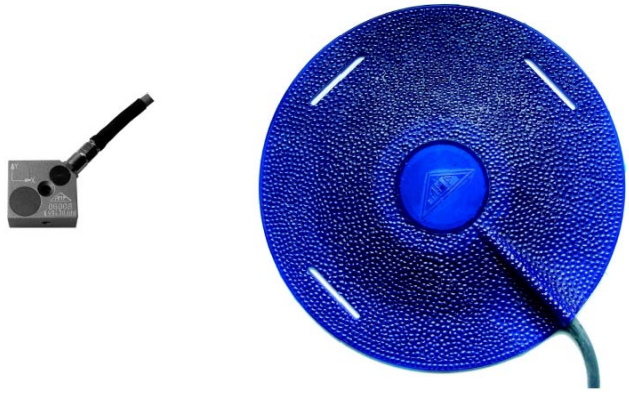


Figura 2: A-sensor brazo-mano B-sensor cuerpo completo (4).

3.1 MEDICIONES BRAZO-MANO

El Sensor debe ser atado lo más cerca posible al lugar de posicionamiento de la mano, sin embargo el sensor no debe interferir con el proceso de trabajo (4).

Figura 3: Fijación de instrumento indirecta sobre herramienta (4).

Los ejes ortogonales se deben tomar de la siguiente forma:

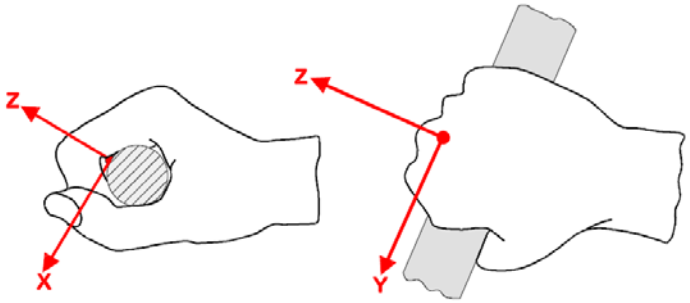


Figura 4: sistema de coordenadas para manos ISO 5349-1 (4).

3.2 MEDICIONES DE CUERPO COMPLETO

Los ejes ortogonales se deben tomar de la siguiente forma:

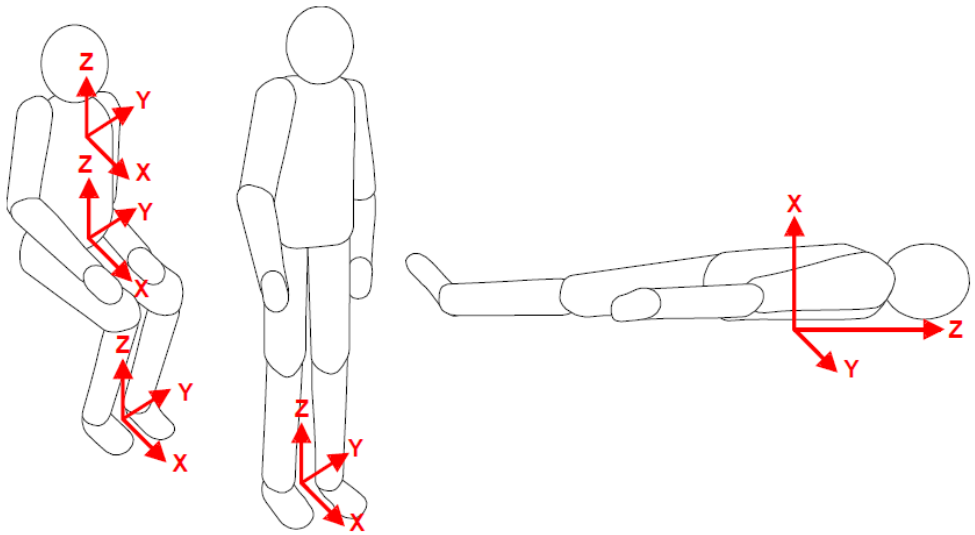


Figura 4: sistema de coordenadas para cuerpo completo ISO 2631 (4).

3.3 EVALUACIÓN DEL CONFORT

Aceleración RMS	PERCEPCIÓN
<0.01	NO PERCEPTIBLE
0.015	LÍMITE DE PERCEPCIÓN
0.02	APENAS PERCEPTIBLE
0.08	PERCEPTIBLE
0.315	FUERTEMENTE PERCEPTIBLE
>0.315	INCOMODO

Tabla 3: Relación entre aceleración y percepción para vibraciones sinusoidales (4).

OTRAS REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. (LIBROS)

- http://www.ual.es/GruposInv/Prevencion/evaluacion/procedimiento/B-%20Condiciones%20f%EDsico-ambientales/6-Vibraciones.pdf
- http://www.lineascen.cenavarra.es/documentos/ficheros_recursos/Vibraciones%20mecanicas.pdf
- http://riesgoslaborales.wke.es/noticias_base/seccion/consultorio/las-claves-en-vibraciones-mec%C3%A1nicas

2. (DECRETO)

- http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=1720

3. (FOLLETO)

- http://www.higieneocupacional.com.br/download/vibra-isquierdo.pdf

BIBLIOGRAFÍA

(1) **DICCIONARIO ESENCIAL DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA DE LA LENGUA**

(2) **Handbook of human vibrations** http://books.google.com.co/books?id=tBaCHObL-XQC&dq=vibrations+in+human+body&hl=es&source=gbs_navlinks_s

(3)

(4) **Manual del medidor de vibraciones**

(5) Libro http://books.google.com.co/books?id=03ELFG9xWpIC&pg=PA65&dq=vibraciones+en+el+cuerpo+humano&hl=es&ei=tp1tToemDse1tgfl3pnEBQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CDcQ6AEwAg#v=onepage&q=vibraciones%20en%20el%20cuerpo%20humano&f=false

(6) **Libro** http://books.google.com.co/books?id=3fPVamiKHwYC&pg=PA78&dq=vibraciones+de+baja+frecuencia&hl=es&ei=KLltTrj3O6f20gGL7OCDBQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6&ved=0CEQQ6AEwBQ#v=onepage&q=vibraciones%20de%20baja%20frecuencia&f=false

(7)