

# Exposición a vibraciones en el lugar de trabajo

## Índice

### CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. OBJETIVO
- 1.3. CONTENIDO

### CAPÍTULO 2: CONCEPTOS BÁSICOS DE VIBRACIONES

- 2.1. INTRODUCCIÓN
- 2.2. ECUACIÓN DE UN MUELLE
- 2.3. SISTEMA NO AMORTIGUADO CON UN GRADO DE LIBERTAD. VIBRACIÓN LIBRE
- 2.4. ECUACIÓN DE UN AMORTIGUADOR VISCOSO
- 2.5. SISTEMA AMORTIGUADO CON UN GRADO DE LIBERTAD. VIBRACIÓN LIBRE
  - 2.5.1. SISTEMAS SUBAMORTIGUADOS
  - 2.5.2. SISTEMAS SOBREAMORTIGUADOS Y CRÍTICAMENTE AMORTIGUADOS. AMORTIGUAMIENTO CRÍTICO
  - 2.5.3. FACTOR DE AMORTIGUAMIENTO. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS AMORTIGUADOS CON UN GRADO DE LIBERTAD EN VIBRACIÓN LIBRE
- 2.6. SISTEMA AMORTIGUADO CON UN GRADO DE LIBERTAD. VIBRACIÓN FORZADA
- 2.7. RESONANCIA
- 2.8. TRANSMISIBILIDAD
- 2.9. AISLAMIENTO
- 2.10. MODELO MECÁNICO DEL CUERPO HUMANO
- 2.11. TRANSMISIÓN DE LA VIBRACIÓN A TRAVÉS DEL CUERPO
- 2.12. PARÁMETROS DE MEDIDA DE LA VIBRACIÓN
- 2.13. CUANTIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE VIBRACIÓN
  - 2.13.1. VALOR EFICAZ (RMS)
    - 6.3.1.1. Aceleración rms promediada exponencialmente
    - 6.3.1.2. Aceleración continua equivalente
  - 6.3.2. VALOR PICO MÁXIMO Y FACTOR DE CRESTA
  - 6.3.3. LA ESCALA LOGARÍTMICA. EL DECIBELIO
    - 6.3.3.1. Nivel de aceleración rms promediada exponencialmente
    - 6.3.3.2. Nivel de aceleración continuo equivalente
    - 6.3.3.3. Suma de aceleraciones en dB
- 2.14. VALORES ENCONTRADOS EN LAS VIBRACIONES QUE AFECTAN A LOS SERES HUMANOS

## **CAPÍTULO 3: MEDIDA DE LAS VIBRACIONES**

### 3.1. INTRODUCCIÓN

### 3.2. VIBRÓMETROS

### 3.3. ELEMENTOS COMPONENTES DE UN VIBRÓMETRO

#### 6.3.1. ACELERÓMETRO

##### 6.3.1.1. Funcionamiento

##### 6.3.1.2. Características de los acelerómetros piezoeléctricos

###### 3.3.1.2.1. Sensibilidad

###### 3.3.1.2.2. Masa del acelerómetro

###### 3.3.1.2.3. Rango dinámico

###### 3.3.1.2.4. Respuesta en frecuencia de un acelerómetro

###### 3.3.1.2.5. Sensibilidad transversal del acelerómetro

##### 6.3.1.3. Tipos de acelerómetros piezoeléctricos

##### 6.3.1.4. Influencias ambientales

###### 3.3.1.4.1. Temperatura

###### 3.3.1.4.2. Ruido de fricción

##### 6.3.1.5. Calibración de los acelerómetros

#### 6.3.2. AMPLIFICADOR

##### 6.3.2.1. Amplificador de carga

#### 6.3.3. FILTROS PASO ALTO Y PASO BAJO

#### 6.3.4. REDES DE PONDERACIÓN EN FRECUENCIA

#### 6.3.5. FILTROS DE OCTAVA Y TERCIO DE OCTAVA

##### 6.3.5.1. Filtro paso banda

#### 6.3.6. PROMEDIADO EN TIEMPO DE LA SEÑAL. RECTIFICADOR. CIRCUITO RMS

#### 6.3.7. INDICADOR

#### 6.3.8. ANÁLISIS MÁS DETALLADO DE LA SEÑAL DE VIBRACIÓN

#### 6.3.9. NORMAS DE CONSTRUCCIÓN Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA

## **CAPÍTULO 4: VIBRACIONES MANO-BRAZO**

### 4.1. INTRODUCCIÓN

### 4.2. EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN MANO-BRAZO

### 4.3. CARACTERIZACIÓN DE LA VIBRACIÓN MANO-BRAZO

#### 4.3.1. DIRECCIÓN DE LA VIBRACIÓN

#### 4.3.2. AMPLITUD DE LA VIBRACIÓN

### 4.4. MEDIDA Y EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A LA VIBRACIÓN MANO-BRAZO

#### 4.4.1. MEDIDA DE LA VIBRACIÓN MANO-BRAZO

- 4.4.1.1. Equipo de medida de la vibración mano-brazo
  - 4.4.1.1.1. Medida del valor eficaz
  - 4.4.1.1.2. Colocación y montaje de los acelerómetros
  - 4.4.1.1.3. Magnitudes que deben ser medidas
  - 4.4.1.1.4. Duración de la medida
  - 4.4.1.1.5. Acoplamiento de la mano a la fuente vibratoria
- 4.5. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A LA VIBRACIÓN MANO-BRAZO
  - 4.5.1. EXPOSICIÓN DIARIA
    - 4.5.1.1. Cálculo de la aceleración continua equivalente para un período de 4 horas, cuando se conoce la aceleración continua equivalente para un período distinto de 4h
    - 4.5.1.2. Cálculo de la aceleración continua equivalente total ponderada en frecuencia si la exposición diaria total comprende varias exposiciones de diferentes amplitudes y duraciones
  - 4.5.2. VIBRACIÓN MULTIAXIAL
  - 4.5.3. CONVERSIÓN DE ACELERACIONES MEDIDAS EN BANDAS DE OCTAVA Y DE TERCIOS DE OCTAVA A ACELERACIÓN PONDERADA EN FRECUENCIA
  - 4.5.4. NIVEL DE ACELERACIÓN EN dB
    - 4.5.4.1. Cálculo del nivel de aceleración equivalente para un periodo de 4 horas cuando se conoce el nivel de aceleración para un período distinto de 4 h
    - 4.5.4.2. Cálculo del nivel de aceleración total ponderado en frecuencia si la exposición diaria total comprende varias exposiciones de diferentes amplitudes y duraciones
    - 4.5.4.3. Conversión de niveles de aceleración medidos en bandas de octava y de tercios de octava a nivel de aceleración ponderada en frecuencia
  - 4.5.5. RELACIÓN DOSIS-EFECTO
- 4.6. MEDIDAS PREVENTIVAS
  - 4.6.1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS GUANTES ANTIVIBRATORIOS
- 4.7. LEGISLACIÓN COMUNITARIA
  - 4.7.1. RIESGO
  - 4.7.2. VALORES
  - 4.7.3. ACTIVIDADES CON RIESGO INCREMENTADO
  - 4.7.4. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN
  - 4.7.5. REDUCCIÓN DEL RIESGO
  - 4.7.6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
  - 4.7.7. INFORMACIÓN Y FORMACIÓN
  - 4.7.8. VIGILANCIA DE LA SALUD
  - 4.7.9. EQUIPOS DE TRABAJO
  - 4.7.10. INTERFERENCIAS
  - 4.7.11. RIESGOS INDIRECTOS

## **CAPÍTULO 5: VIBRACIONES DE CUERPO COMPLETO**

### **5.1. INTRODUCCIÓN**

### **5.2. MEDIDA Y EVALUACIÓN DE LA VIBRACIÓN DE CUERPO COMPLETO**

#### **5.2.1. MEDIDA DE LA VIBRACIÓN (CON RESPECTO A LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD)**

- 5.2.1.1. Símbolos y subíndices
- 5.2.1.2. Unidades de aceleración
- 5.2.1.3. Dirección de la medida
- 5.2.1.4. Localización de la medida
- 5.2.1.5. Requisitos generales para el acondicionamiento de la señal
- 5.2.1.6. Duración de la medida
- 5.2.1.7. Parámetro básico de medida: aceleración más ponderada en frecuencia
- 5.2.1.8. Otros parámetros adicionales de medida
- 5.2.1.9. Ponderación de la frecuencia
- 5.2.1.10. Combinación de vibraciones en más de una dirección

#### **5.2.2. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD**

- 5.2.2.1. Utilización de la aceleración rms ponderada en frecuencia
- 5.2.2.2. Método de evaluación cuando el método básico no es suficiente

### **5.3. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES FRENTE A LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES DE CUERPO COMPLETO**

#### **5.3.1. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS E IMPLANTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL NECESARIAS**

- 5.3.1.1. Determinar si la VCC es un peligro
- 5.3.1.2. Medida de la vibración de cuerpo completo
- 5.3.1.3. Evaluación de la vibración de cuerpo completo
- 5.3.1.4. Reducción de la exposición
  - 5.3.1.4.1. Reducción de la exposición mediante medidas técnicas de control
    - 5.3.1.4.1.1. Reducción de las vibraciones en su origen
    - 5.3.1.4.1.2. Disminución de la transmisión de las vibraciones a los conductores intercalando dispositivos de suspensión entre el conductor y la fuente
    - 5.3.1.4.1.3. Disminución del efecto de las vibraciones mejorando la postura de trabajo
  - 5.3.1.4.2. Reducción de la exposición mediante medidas administrativas
- 5.3.1.5. Evaluación periódica

#### **5.3.2. EVALUACIÓN DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS**

#### **5.3.3. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES EXPUESTOS**

### **5.4. LEGISLACIÓN COMUNITARIA. PROPUESTA MODIFICADA DE DIRECTIVA DE AGENTES FÍSICOS**

#### **5.4.1. RIESGO**

#### **5.4.2. VALORES**

- 5.4.3. ACTIVIDADES CON RIESGO INCREMENTADO
- 5.4.4. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN
- 5.4.5. REDUCCIÓN DEL RIESGO
- 5.4.6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
- 5.4.7. INFORMACIÓN Y FORMACIÓN
- 5.4.8. VIGILANCIA DE LA SALUD
- 5.4.9. EXTENSIÓN DE LA EXPOSICIÓN
- 5.4.10. INTERFERENCIAS
- 5.4.11. RIESGOS INDIRECTOS

## **CAPÍTULO 6: LA NORMATIVA SOBRE VIBRACIONES**

- 6.1. INTRODUCCIÓN
- 6.2. DISPOSICIONES SOBRE VIBRACIONES
- 6.3. DISPOSICIONES SOBRE EXPOSICIÓN A VIBRACIONES
  - 6.3.1. LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES
  - 6.3.2. PROPUESTA DE DIRECTIVA DE AGENTES FÍSICOS
- 6.4. DISPOSICIONES SOBRE EMISIÓN DE VIBRACIONES
  - 6.4.1. REGLAMENTO DE MÁQUINAS 1435/1992
    - 6.4.1.1. Requisitos esenciales de seguridad (RES) sobre vibraciones establecidos en la Directiva Máquinas
- 6.5. NORMAS DE APOYO PARA TRATAR LAS VIBRACIONES EN LA DIRECTIVA MÁQUINAS
  - 6.5.1. ORGANISMOS DE NORMALIZACIÓN INTERNACIONALES, EUROPEOS Y NACIONALES
    - 6.5.1.1. Normalización internacional
    - 6.5.1.2. Normalización europea
    - 6.5.1.3. Normalización nacional
    - 6.5.1.4. Tipos de normas
- 6.6. UTILIZACIÓN DE LAS NORMAS A LA HORA DE FABRICAR UNA MÁQUINA QUE GENERE VIBRACIONES Y QUE TENGA QUE CUMPLIR LO ESTABLECIDO EN EL REGLAMENTO DE MÁQUINAS
- 6.7. NORMAS TÉCNICAS SOBRE VIBRACIONES
  - 6.7.1. VIBRACIÓN MANO-BRAZO
    - 6.7.1.1. Normas para medida y evaluación (Normas B)
    - 6.7.1.2. Guías para la elaboración de Normas C
    - 6.7.1.3. Normas para la reducción de la vibración
    - 6.7.1.4. Códigos de ensayo de vibraciones (Normas C)
    - 6.7.1.5. Normas para equipos de protección individual
    - 6.7.1.6. Informes CEN



6.7.1.7. Otras normas

#### 6.7.2. VIBRACIÓN DE CUERPO COMPLETO

6.7.2.1. Normas para medida y evaluación (Normas B)

6.7.2.2. Guías para la elaboración de Normas C

6.7.2.3. Normas para la reducción de la vibración

6.7.2.4. Códigos de ensayo de vibraciones (Normas C)

6.7.2.5. Normas para equipos de protección individual

6.7.2.6. Informes CEN

6.7.2.7. Otras normas

## BIBLIOGRAFÍA