

Misure CORPO INTERO

Generalità

Per vibrazioni trasmesse al corpo intero si intendono "le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al corpo intero, comportano rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori".

Tra le macchine che possono trasmettere vibrazioni al corpo intero per es. vi sono:

macchine semoventi su gomma o su cingoli (escavatrici, trattrici, carrelli elevatori, ecc.) impiegate in edilizia, nei cantieri stradali, nelle cave, in agricoltura, nei magazzini, ecc.; in questo caso le vibrazioni interessano i conducenti (seduti) e si trasmettono attraverso i sedili di guida;

mezzi di trasporto: su gomma (autobus, camion, auto, moto), su rotaia (treni, tram, metropolitana), aeromobili (aerei, elicotteri), imbarcazioni (lacustri, lagunari, marittime); in questo caso le vibrazioni interessano i conducenti (seduti), il personale di bordo (in piedi) ed i passeggeri (seduti, in piedi o supini) e si trasmettono attraverso i sedili, i pianali o i lettini;

macchine fisse (magli, presse, telai, mulini, rotative tipografiche, ecc.) impiegate in metallurgia, negli stabilimenti metalmeccanici, tessili e di lavorazione dei materiali lapidei, nel settore della stampa, ecc.; in questo caso le vibrazioni interessano i lavoratori (in piedi) e si trasmettono attraverso il pavimento o le piattaforme metalliche solidali alle macchine.

L'esposizione a lungo termine a vibrazioni di elevata intensità trasmesse al corpo intero può determinare alterazioni del rachide lombare. Gli effetti possono inoltre riguardare il sistema cervico-brachiale, l'apparato gastroenterico, il sistema venoso periferico, l'apparato riproduttivo femminile ed il sistema cocleo-vestibolare.

Il riferimento tecnico per la misurazione e la valutazione del rischio di esposizione professionale è costituito dallo standard ISO 2631-1: 1997.

Le specifiche dell'accelerometro di uso comune per le misure di vibrazioni trasmesse al corpo e del suo adattatore sono riportate nello standard UNI EN 30326-1 (1997).

Posizionamento, orientamento e fissaggio dell'accelerometro

Quando si misurano le vibrazioni trasmesse da un veicolo al guidatore attraverso il sedile, si utilizza un accelerometro inserito in un disco in gomma come l'**HD5313M2**.



L'accelerometro è triassiale, a basso profilo e va fissato sul sedile di guida per es. con del nastro adesivo. L'accelerometro va connesso all'ingresso triassiale destro dello strumento.

I cavi dell'accelerometro non devono essere tirati o piegati, specialmente nelle immediate vicinanze del sensore, e non devono essere lasciati liberi di oscillare, per evitare artefatti nel segnale rilevato (rumore triboelettrico). E' pertanto necessario fissare i cavi in prossimità del trasduttore mediante nastro adesivo.

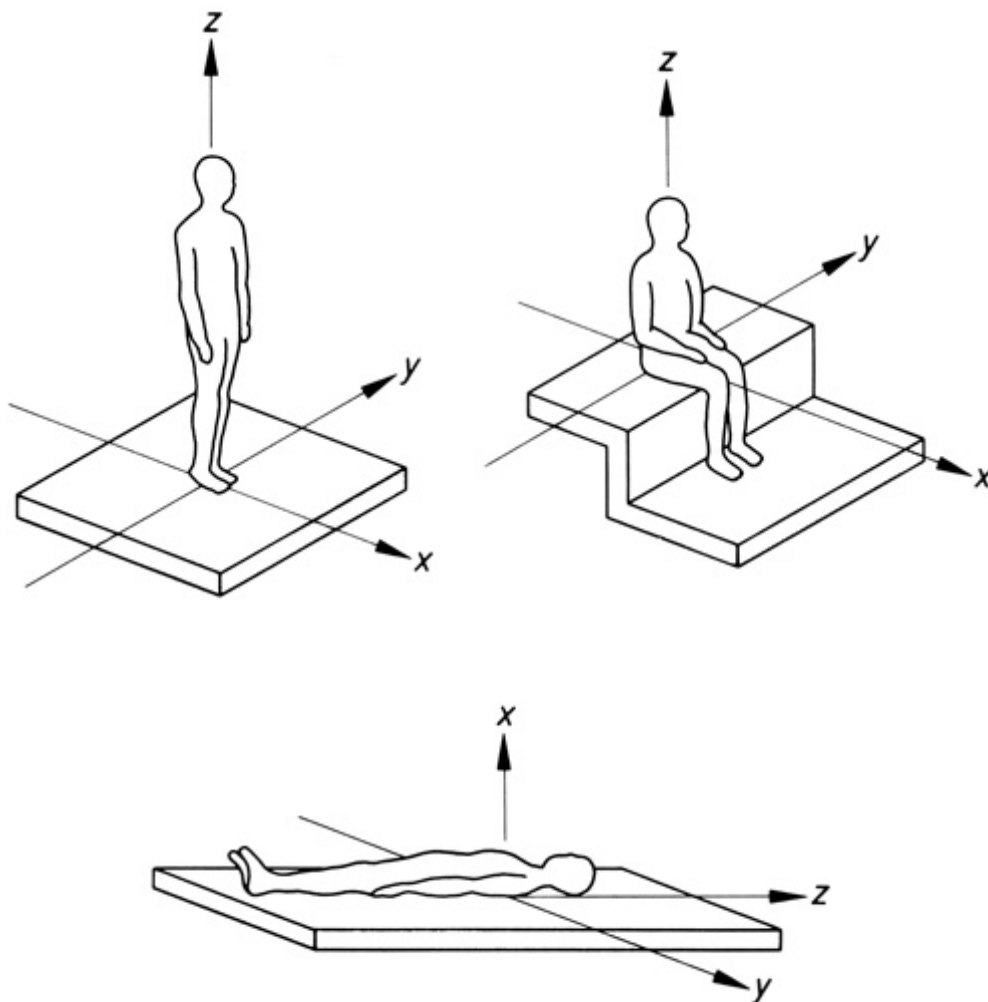
La norma ISO 2631 precisa l'orientamento del sistema di riferimento in base al quale vanno rilevate le tre componenti vettoriali dell'accelerazione:

asse z parallelo alla spina dorsale;

asse y parallelo alla retta teste femorali;

asse x ortogonale ai precedenti.

I versi lungo gli assi sono irrilevanti ai fini del rilievo.



Prima di iniziare una sessione di misure, è necessario prendere nota della posizione reciproca dei tre assi del sensore 1, 2 e 3 rispetto ai tre assi X, Y e Z definiti dalla norma per poter interpretare correttamente le componenti assiali misurate dallo strumento.

La figura seguente riporta il dettaglio ingrandito della sede del sensore, posta al centro del disco: sono chiaramente indicati i tre assi (AXIS 1, 2 e 3) dell'accelerometro: si tenga presente che l'asse "Axis 1" è misurato dal canale CH1, "Axis 2" dal canale CH2 e "Axis 3" dal canale CH3.



Per le misure nei veicoli, il disco va orientato in modo che l'asse 1 coincida con l'asse X della figura (tipicamente la direzione di marcia del veicolo),
 l'asse 2 coincida con l'asse Y,
 l'asse 3 coincida con l'asse Z (asse verticale).

Misura a 4 assi

In abbinamento all'accelerometro per il sedile si può impiegare anche un accelerometro mono-assiale da montare sul pianale del veicolo, subito sotto o direttamente sul piantone del sedile stesso. Il sensore va orientato lungo l'asse Z.

In questo caso va caricato il setup a quattro assi **"WB SEDILE 4 ASSI"**.

Come accelerometro monoassiale si può impiegare per es. l'**HD3056B2** connesso all'ingresso sinistro dell'HD2030 con il cavo HD2030CAB1-3M:



Per il fissaggio si possono impiegare gli accessori fornibili su richiesta: base magnetica filettata, disco metallico da incollare, ecc.

Correlando le misure effettuate con i due accelerometri, è possibile distinguere tra le vibrazioni effettivamente trasmesse dal veicolo ed i movimenti dell'autista e determinare pertanto la capacità di smorzamento delle vibrazioni del sedile di guida.

Durata delle misure

Il tempo totale di misura, vale a dire il numero di campioni acquisiti moltiplicato per il tempo di durata dell'acquisizione di ciascun campione, dovrebbe essere almeno pari a tre-quattro minuti.

E' in genere preferibile acquisire un maggior numero di campioni di breve durata, piuttosto che un minor numero di campioni di lunga durata, e ciò per minimizzare l'effetto di possibili fattori interferenti sul segnale acquisito e garantire una migliore precisione di misura.

Per minimizzare l'errore di misura è consigliabile acquisire ciascun campione per almeno tre volte consecutive, nelle stesse condizioni operative.

Le misure dovranno essere di durata tale da poter caratterizzare in maniera significativa le vibrazioni trasmesse al corpo del lavoratore nelle tipiche condizioni operative in cui si svolge il lavoro (tipologia di terreno, velocità di avanzamento etc.).

Nel caso in cui le condizioni operative varino in maniera significativa, andranno caratterizzati in termini di accelerazione r.m.s. ponderata in frequenza differenti percorsi in differenti modalità operative.

Parametri da misurare

Il tipo di misura a CORPO INTERO (WB - WHOLE BODY) si imposta direttamente sullo strumento a menu con il parametro "*Menu >> Impostazioni >> Generale >> Misure >> Applicazione = WB*" oppure con il software Noise Studio in "*Gestione strumento >> Configurazione strumento >> Schermata Generale >> Applicazione = WB Corpo Intero*". Con questa applicazione l'analizzatore HD2030 esegue le misure in conformità alla norma **ISO 2631**.

Nota: se si usano i setup predefiniti ("WB SEDILE 3 ASSI", "WB SEDILE 4 ASSI" o "WB SCHIENALE 3 ASSI"), il tipo di misura WB è selezionato insieme con gli altri parametri del setup.

Selezionando i setup citati, ai livelli di accelerazione misurati sui tre assi del canale destro vengono applicate le ponderazioni W con i fattori moltiplicativi k come richiesto dalla norma ISO 2631-1.

I valori sono indicati di seguito:

- asse x: Wd, k=1.4
- asse y: Wd, k=1.4
- asse z: Wk, k=1.0

La normativa stabilisce di considerare ai fini della determinazione dell'esposizione giornaliera, il più alto dei livelli di accelerazione rilevato sui tre assi ortogonali, ciascuno moltiplicato per l'appropriato coefficiente k, come riportato nella seguente relazione:

$$a_w = \text{Max} [1.4 \cdot a_{w,x}, 1.4 \cdot a_{w,y}, a_{w,z}]$$

Quando non vi è un livello di accelerazione dominante ed i livelli di accelerazione di almeno due assi sono confrontabili, è preferibile valutare il vettore somma definito dalla relazione seguente:

$$a_w = \sqrt{(1.4 \cdot a_{w,x})^2 + (1.4 \cdot a_{w,y})^2 + a_{w,z}^2}$$

Lo strumento registra automaticamente sia i livelli sui tre assi che il livello del vettore somma.

Da questa relazione si ricava l'esposizione giornaliera ponderata in frequenza riferita alle 8 ore di lavoro, convenzionalmente denotata con il simbolo **A(8)**.

Più avanti nella guida sono riportati i criteri per la valutazione dei risultati delle misure e degli esempi di calcolo di A(8).

Esecuzione delle misure

Per eseguire la misura occorre impostare, a seconda della necessità, i seguenti parametri:

- Il *guadagno di ingresso* (Tasto Menu >> Impostazioni >> Generale >> Misure >> Guadagno Ingr.): si imposta al valore maggiore possibile ma tale da non dare luogo ad indicazioni di sovraccarico, come indicato più avanti.
- Il *ritardo di integrazione* (Tasto Menu >> Impostazioni >> Generale >> Misure >> Rit. Integrazione). Ritardare l'inizio dell'integrazione consente di stabilizzare il segnale e di ottenere una misura più ripetibile. 5 secondi sono di norma sufficienti.
- L'*intervallo di integrazione* (Tasto Menu >> Impostazioni >> Generale >> Misure >> Int. Integrazione) può essere utilizzato come un timer che blocca automaticamente la misura quando è trascorso il tempo impostato. Quando viene posto pari a zero è possibile bloccare la misura solo manualmente. Per modificare la durata dell'intervallo di misura si può anche premere il tasto ENTER, dalla schermata standard VLM, fino a che il simbolo "Tint" lampeggia, con le frecce modificare il valore e confermare con ENTER.

Per avviare la registrazione, premere contemporaneamente i due tasti REC e START/STOP.

Al termine dell'intervallo di integrazione Tint, lo strumento termina la misura e richiede di salvare i dati: premere SALVA.

I dati salvati nella memoria del vibrometro possono essere scaricati su PC con il software NoiseStudio (si veda più avanti in questa guida).

I problemi principali che si incontrano effettuando misure di vibrazioni riguardano i cavi di collegamento tra accelerometro ed analizzatore.

Il cavo di connessione ed i relativi connettori possono essere fonte di problemi in caso siano danneggiati. Occorre sempre verificare che il cavo ed il connettore dell'accelerometro non siano sottoposti a stress durante la misura.

E' necessario ridurre al minimo le oscillazioni possibili del cavo bloccando il cavo stesso all'oggetto vibrante il più vicino possibile all'accelerometro.

La tensione di polarizzazione degli accelerometri

Prima di effettuare le misure è necessario controllare le tensioni di polarizzazione degli accelerometri. Per fare questo è sufficiente mettere lo strumento in misura, accedere al Menu >> Impostazioni >> Generale >> Sistema e controllare le tensioni di polarizzazione **Vpol** dei 4 canali di misura. La tensione di polarizzazione corretta viene dichiarata dal costruttore dell'accelerometro ed è normalmente compresa tra 8V e 12V.

La tensione di polarizzazione non corretta può indicare che il cavo di connessione tra l'accelerometro e lo strumento è guasto oppure che vi sono problemi di contatto tra accelerometro, cavo di connessione ed analizzatore.

Determinazione del guadagno di ingresso

Per determinare il corretto valore del guadagno di ingresso, si può procedere con una misura di prova. Partendo da un valore di guadagno pari a 20dB si esegue la misura di prova per un tempo sufficiente ad ottenere una misura rappresentativa delle caratteristiche dell'utensile in esame.

In caso non compaia alcuna indicazione di sovraccarico si procede con l'esecuzione delle misure altrimenti si diminuisce il valore del guadagno a 10dB e si ripete la prova.

In caso l'indicazione di sovraccarico persista si procede con un guadagno di ingresso pari a 0dB.

Se anche in questo caso si rileva un sovraccarico, è necessario sostituire l'accelerometro con uno di sensibilità inferiore.

Si vedano più avanti alcuni esempi di misure tipiche che si possono incontrare nella pratica.
