

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102009901703184A1

Publication Date

20100812

Applicant

STRAGO RICERCHE S.R.L.

Title

DISPOSITIVO ATTENUATORE DI VIBRAZIONI E PROCEDIMENTO PER
VALUTARE LE PRESTAZIONI DI DETTO DISPOSITIVO.

"Dispositivo attenuatore di vibrazioni e procedimento per valutare le prestazioni di detto dispositivo"

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un
5 dispositivo attenuatore di vibrazioni e ad un
procedimento per valutare le prestazioni di detto
dispositivo.

E' noto che i dispositivi attenuatori di vibrazioni
sono soggetti durante il loro utilizzo ad un fenomeno di
10 degrado progressivo delle prestazioni in termini di
capacità di assorbire vibrazioni. Attualmente, non è
sempre possibile valutare e monitorare efficacemente lo
stato di degrado di tali dispositivi.

Ad esempio, in ambito ferroviario il problema della
15 riduzione delle vibrazioni, e del rumore a queste
associato, è divenuto negli ultimi decenni sempre più
sentito, visto che, in tale lasso di tempo, le aree
urbane hanno inglobato, e tendono sempre più ad
inglobare, i tracciati e le stazioni ferroviarie e si
20 moltiplicano le linee metropolitane, il cui passaggio
interessa soprattutto ma non esclusivamente il sottosuolo
delle grandi e medie città. Per ridurre le vibrazioni ed
il rumore nell'ambiente circostante si ricorre sempre più
sovente a tappetini attenuatori di vibrazioni, denominati
25 tappetini antivibranti, disponendo tali tappetini al di

sotto dei binari lungo i tracciati ferroviari, quantomeno in zone urbane particolarmente sensibili. Tali tappetini nel loro impiego sono soggetti ad un degrado nel tempo dei materiali e, quindi, dell'efficacia prestazionale che
5 dipende anche dalle condizioni climatiche e di esercizio, che viene, però, valutata misurando empiricamente i livelli vibrazionali negli ambienti prospicienti il tracciato. Tale misura non risulta accurata perché è fortemente correlata alle caratteristiche della sorgente
10 di vibrazioni.

Lo stesso problema è sentito e si verifica in genere in applicazioni differenti dal trasporto ferroviario. Ad esempio, sono soggetti ad un degrado difficilmente valutabile anche gli isolatori per macchine
15 elettromeccaniche, ad esempio di tipo industriale. Tali isolatori possono ad esempio essere realizzati in elastomeri, in gomma e metallo o in maglie metalliche.

La presente invenzione si propone come obiettivo quello di mettere a disposizione un dispositivo
20 attenuatore di vibrazioni che consenta di ovviare agli inconvenienti sopra descritti con riferimento allo stato della tecnica nota.

Tale scopo viene conseguito mediante un dispositivo attenuatore di vibrazioni come definito in generale
25 nell'annessa prima rivendicazione nella sua forma più

generale e nelle rivendicazioni dipendenti in alcune forme di esecuzione particolari.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di rendere disponibile un procedimento per la
5 valutazione delle prestazioni di un dispositivo attenuatore di vibrazioni così come descritto in generale nella rivendicazione 12.

L'invenzione sarà meglio compresa dalla seguente descrizione dettagliata di una sua forma di esecuzione
10 preferita, fatta a titolo esemplificativo e pertanto in nessun modo limitativo in relazione agli uniti disegni, in cui:

- la figura 1 mostra schematicamente una vista in sezione trasversale di un dispositivo attenuatore di vibrazioni
15 in accordo ad una prima forma di realizzazione della presente invenzione, in cui tale dispositivo è installato al di sotto di ferroviaria una installazione per trasporto su rotaia fra le traverse ed una superficie di appoggio;

20 - la figura 2 mostra schematicamente una vista ingrandita in sezione trasversale del dispositivo attenuatore di vibrazioni di figura 1; e

- la figura 3 mostra schematicamente una vista in sezione laterale di un dispositivo attenuatore di vibrazioni in
25 accordo ad una seconda forma di realizzazione della

presente invenzione.

Nelle figure, elementi uguali o simili sono indicati con i medesimi riferimenti numerici.

Con riferimento alla figura 1, con 1 si è
5 globalmente indicata una installazione per trasporto su rotaia, rappresentata schematicamente in tale figura in sezione trasversale, comprendente un binario 3,4, una traversa di appoggio 2 ed un dispositivo attenuatore di vibrazioni 10.

10 In modo di per sé noto, il binario 3,4 comprende una coppia di rotaie 3 e 4, realizzate in materiale metallico, e la traversa di appoggio 2 è realizzata in materiale cementizio o in legno. La traversa di appoggio 2 visibile in figura 1 rappresenta una di una pluralità
15 di traverse disposte perpendicolarmente all'asse di estensione longitudinale prevalente del binario 3,4.

Il dispositivo attenuatore di vibrazioni 10
comprende un corpo principale 11 realizzato in materiale antivibrante, cioè in materiale atto ad attenuare
20 vibrazioni, che è delimitato fra una faccia superiore 12 ed una faccia inferiore 13. Nella forma di realizzazione preferita ma non limitativa rappresentata in figura 1, il dispositivo attenuatore di vibrazioni 10 è interposto fra la traversa 2 ed una superficie di appoggio 14.
25 Quest'ultima rappresenta ad esempio la superficie libera

di uno strato di pietrisco 19 deposto al di sopra di una sede dell'installazione 1 realizzata nel terreno.

Come si potrà osservare, il dispositivo attenuatore 10 risulta dunque essere interposto fra una sorgente di
5 vibrazioni ed una superficie di appoggio 14 al fine di limitare il più possibile che le vibrazioni prodotte dalla sorgente siano trasmesse nell'ambiente circostante attraverso la superficie di appoggio 14, nell'esempio, in pratica, attraverso strato di pietrisco 19. La sorgente
10 di vibrazioni è in questo caso direttamente rappresentata da un mezzo, quale ad esempio un treno, atto a scorrere sul binario 3,4 attraversando la traversa 2 ed indirettamente rappresentata dal binario 3,4 e dalla traversa 2 che vibrano al passaggio del suddetto mezzo.

15 Si tenga presente che, in generale, un dispositivo attenuatore di vibrazioni 10 in accordo alla presente invenzione è destinato ad essere direttamente o indirettamente interposto fra una sorgente di vibrazioni ed una superficie di appoggio 14, in modo che la faccia
20 superiore 12 del corpo principale 11 sia rivolta verso la sorgente di vibrazioni e la faccia inferiore 13 di tale corpo 11 sia rivolta verso la superficie di appoggio 14.

Nella particolare forma di realizzazione rappresentata nelle figure 1 e 2, il dispositivo
25 attenuatore di vibrazioni 10 si concreta in un tappetino

antivibrante per installazioni ferroviarie. In questo caso, il corpo principale 11 del tappetino antivibrante 10 è preferibilmente realizzato in un materiale composito comprendente: fibre, granuli di gomma e materiale legante poliuretanico. Ad esempio, il corpo principale 11 ha uno spessore compreso nell'intervallo 3-9 cm, ad esempio pari a circa 7 cm, una larghezza pari almeno alla distanza fra le due rotaie 3,4 (ad esempio, compresa fra 1 e 2 metri). Per quanto riguarda la lunghezza, un tappetino del tipo sopra descritto può essere convenientemente, e non limitativamente, realizzato come tratti di nastro di una certa lunghezza in modo tale che la faccia 14 del tappetino possa fungere da piano di appoggio per una pluralità di traverse 2.

15 D'ora in avanti, per semplicità di descrizione faremo riferimento ad un dispositivo attenuatore 10 nella forma di un tappetino antivibrante del tipo sopra descritto ed avente uno spessore di circa 8 cm, senza per questo introdurre alcuna limitazione.

20 Con riferimento alla figure 1 e 2, il tappetino antivibrante 10 comprende almeno un primo M1 ed un secondo M2 sensore di vibrazioni, atti a fornire in uscita rispettivamente un primo S1 ed un secondo segnale S2 recanti informazioni correlate alle vibrazioni captate dai sensori S1,S2. I sensori S1,S2 sono disposti

distanziati fra loro ed ospitati nello spessore del corpo principale 11 fra la faccia superiore 12 e la faccia inferiore 13. Ad esempio, i sensori S1 ed S2 sono posti fra loro ad una distanza D_{12} pari a circa 6 cm in
5 apposite sedi o tasche 15, 16 ricavate nel tappetino 10 e ad esempio aventi una profondità di circa 1-2 cm. Le sedi 15, 16 hanno preferibilmente un lato aperto chiuso da una rispettiva piastrina 18, ad esempio realizzata nello stesso materiale del tappetino 10 o in altri materiali,
10 ad esempio in metallo. Convenientemente, i sensori M1, M2 sono fissati al tappetino 10 all'interno delle rispettive sedi 15, 16 in modo da essere solidali con il corpo principale 11 del tappetino 10.

In accordo ad una forma di realizzazione, come ad
15 esempio quella rappresentata nelle figure 1 e 2, le facce 12, 13 del corpo principale 11 sono sostanzialmente piane ed i sensori M1, M2 sono fra loro allineati lungo una direzione Z-Z di allineamento sostanzialmente perpendicolare a tali facce 12, 13. Nell'esempio
20 rappresentato nelle figure 1 e 2, i sensori M1, M2 giacciono allineati al di sotto di una rotaia 3 del binario 3,4. In generale, la coppia di sensori M1, M2 può comunque essere collocata in qualsiasi altra sezione verticale del tappetino.

25 E' possibile prevedere anche una ulteriore coppia di

sensori, non rappresentati nelle figure, ad di sotto dell'altra rotaia 4.

In accordo ad una forma di realizzazione, come ad esempio quella rappresentata nelle figure 1 e 2, i
5 sensori M1, M2 sono disposti nello spessore del corpo principale 11 del tappetino 10 sostanzialmente in prossimità della faccia superiore 12 e della faccia inferiore 13, rispettivamente, di tale corpo 11.

In una forma di realizzazione attualmente preferita,
10 il tappetino 10 comprende inoltre mezzi conduttivi di collegamento L1, L2 almeno parzialmente ospitati all'interno del corpo principale 11, elettricamente connessi ai sensori M1, M2 ed atti a rendere disponibili i segnali S1, S2 all'esterno del corpo principale 11. Ad
15 esempio possono essere previsti due cavi multipolari L1, L2, che attraversano una parete laterale 23 del corpo principale 11 eventualmente muniti di rispettivi connettori 21, 22 esterni al corpo principale 10 del tappetino. In una variante realizzativa non mostrata
20 nelle figure, i connettori 21, 22 sono almeno parzialmente interni al corpo principale 11 e disposti a filo della parete laterale 23. Eventualmente, per comodità di impiego, i due connettori 21, 22, sia nel caso in cui questi siano esterni al corpo principale 11
25 sia nel caso in cui questi siano almeno parzialmente

interni a questo, possono essere sostituiti da un unico connettore. In una forma di realizzazione alternativa, i due sensori M1, M2 possono essere muniti di una sorgente di alimentazione interna al tappetino 11, per cui è
5 possibile prevedere una interfaccia di comunicazione wireless in sostituzione dei mezzi conduttivi L1, L2.

In una forma di realizzazione particolarmente preferita, il tappetino antivibrante 10 comprende inoltre una unità di elaborazione 20 esterna al corpo principale
10 11 e collegabile (in modo rimovibile o in modo permanente) ai sensori M1, M2 per ricevere ed elaborare i segnali S1, S2 in modo da estrarre un parametro relativo ad una attenuazione di potenza o di ampiezza fra detti segnali in una o più porzioni di spettro di frequenza di
15 tali segnali, al fine di monitorare le prestazioni e lo stato di degrado del tappetino antivibrante 10 in termini di capacità di attenuare le vibrazioni.

In una forma di realizzazione attualmente preferita, i sensori M1, M2 sono sensori di accelerazione. Più
20 preferibilmente ciascuno di tali sensori M1, M2 comprende un trasduttore MEMS. Ad esempio, tale trasduttore MEMS è un circuito integrato ed i sensori M1, M2 comprendono una scheda a circuito stampato (avente ad esempio un'area di $1-2\text{cm}^2$) cui sulla quale detto circuito integrato è
25 montato assieme ad altri componenti circuitali ad esempio

atti ad interfacciare il circuito integrato con l'unità di elaborazione 20 attraverso i mezzi conduttivi L1, L2. Preferibilmente i trasduttori MEMS sono in grado di rilevare accelerazioni lungo tre assi ortogonali.

5 Nel caso in cui i sensori M1, M2 siano sensori di accelerazione, l'unità di elaborazione 20 è tale da calcolare un rapporto fra una accelerazione rilevata (o una grandezza correlata a tale accelerazione) da uno di detti sensori e una accelerazione rilevata (o una
10 grandezza correlata a tale accelerazione) dall'altro di detti sensori, dette accelerazioni essendo rilevate sostanzialmente simultaneamente, vale a dire esattamente simultaneamente o all'incirca simultaneamente per tenere eventualmente conto del ritardo della propagazione
15 dell'onda vibratoria fra il primo ed il secondo sensore.

Preferibilmente, ma non limitativamente, tale rapporto viene calcolato fra una componente di accelerazione rilevata da ciascuno di detti sensori lungo un asse di allineamento Z-Z di detti sensori S1, S2. Si
20 osservi che è tuttavia possibile tenere in conto anche di altre componenti di accelerazione eventualmente pesando in modo differente le diverse componenti.

Sarà ora di seguito brevemente descritto un procedimento per valutare le prestazioni ed il degrado di
25 un dispositivo attenuatore 10 del tipo sopra descritto.

Nel caso particolare di un tappetino antivibrante, è possibile prevedere che tale procedimento sia eseguito periodicamente per monitorare ad intervalli più o meno regolari lo stato di degrado di tale tappetino ed in modo
5 da programmare tempestivi interventi di sostituzione nel caso in cui vengano rilevate prestazioni classificabili come inadeguate. Si osservi, inoltre, che nel caso specifico di un tappetino antivibrante per installazioni ferroviarie, non occorre prevedere che le coppie di
10 sensori M1, M2 siano previste in corrispondenza di ciascuna traversa, potendo ad esempio prevedere coppie di sensori solo in corrispondenza di alcune traverse, ad esempio ad intervalli di 10-20 m. E' possibile inoltre intercalare i sensori in modo che due coppie di sensori
15 consecutive (nella direzione di estensione longitudinale del binario) siano disposte l'una al di sotto di una rotaia 3 e l'altra al di sotto dell'altra rotaia 4.

Il procedimento di valutazione comprende le fasi di:

- stabilire una connessione operativa fra una unità
20 di elaborazione 20 ed i sensori M1,M2;
- sollecitare tramite una sorgente di vibrazioni il dispositivo attenuatore 10;
- ricevere il primo S1 ed il secondo S2 segnale presso l'unità di elaborazione 20;
- 25 - elaborare presso l'unità di elaborazione 20 il

primo S1 ed il secondo S2 segnale ricevuti per effettuare una operazione di confronto fra loro di valori correlati all'ampiezza o alla potenza di detti segnali S1,S2 in almeno una porzione di spettro di detti segnali, per
5 stimare un parametro correlato all'attenuazione fra le vibrazioni rilevate rispettivamente dal primo e dal secondo sensore.

Preferibilmente la suddetta fase di elaborazione comprende una operazione di selezionare almeno una
10 porzione di spettro del primo segnale S1 in cui si rileva una maggiore potenza di segnale per effettuare il confronto fra loro di valori correlati all'ampiezza o alla potenza di detti segnali S1,S2 in tale porzione di spettro. Più preferibilmente, l'operazione di selezionare
15 è tale da selezionare almeno due di dette porzioni di spettro e la stima del suddetto parametro è effettuata assegnando un peso differente a dette due porzioni in base alla potenza rilevata in dette porzioni.

In accordo ad una forma di realizzazione, i sensori
20 M1, M2 sono sensori di accelerazione ed i segnali S1, S2 sono segnali recanti informazioni su tre componenti di accelerazione rilevate da detti sensori lungo rispettivi assi fra loro ortogonali, il suddetto parametro essendo stimato in base ad un rapporto o confronto fra componenti
25 di accelerazione rilevate da detti sensori lungo un asse

di allineamento Z-Z dei sensori S1,S2.

Dalla descrizione appena fatta è possibile dunque comprendere come un dispositivo attenuatore del tipo sopra descritto raggiunga pienamente gli scopi prefissi.

5 Infatti, nel caso specifico di un tappetino antivibrante, prove sperimentali ottenute con attrezzature in grado di simulare le vibrazioni ed il carico di un mezzo ferroviario hanno dimostrato che l'attenuazione misurata dai sensori è sostanzialmente
10 indipendente dal carico e dipende sostanzialmente dalla frequenza della sollecitazione.

Ovviamente, ad un dispositivo attenuatore del tipo sopra descritto, allo scopo di soddisfare esigenze contingenti e specifiche, un esperto del settore potrà
15 apportare numerose modifiche e varianti, tutte peraltro contenute nell'ambito di protezione dell'invenzione, quale definito dalle seguenti rivendicazioni.

Ad esempio, si osservi che il dispositivo attenuatore potrebbe essere un dispositivo differente da
20 un tappetino antivibrante, potendosi ad esempio concretare in un isolatore per macchine elettromeccaniche, ad esempio realizzato in elastomeri, in gomma e metallo o in maglie metalliche.

Inoltre, si osservi che al fine di avere una
25 indicazione più precisa dello stato di degrado del

dispositivo attenuatore è possibile prevedere più di due sensori nello spessore del corpo principale allineati lungo una predeterminata direzione di allineamento. A tal proposito, nell'esempio di figura 3 è rappresentato un
5 dispositivo del tutto simile a quello già descritto con riferimento alla figura 1 2, in cui è inoltre previsto un sensore intermedio M3 atto a rendere disponibile su una linea L3 un segnale S3. In questo caso è possibile valutare lo stato di degrado del dispositivo confrontando
10 fra loro i tre segnali S1,S2,S3 forniti in uscita dai rispettivi sensori M1,M2,M3.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo attenuatore di vibrazioni (10)
comprendente:

— un corpo principale (11) realizzato in materiale
5 antivibrante, detto corpo principale (11) essendo
delimitato fra una faccia superiore (12) ed una faccia
inferiore (13), il dispositivo (10) essendo destinato ad
essere direttamente o indirettamente interposto fra una
sorgente di vibrazioni ed una superficie di appoggio (14)
10 in modo che detta faccia superiore (12) sia rivolta verso
la sorgente di vibrazioni e detta faccia inferiore (13)
sia rivolta verso detta superficie di appoggio (14);

~~caratterizzato dal fatto che~~

~~il dispositivo attenuatore (10) comprende~~ — almeno
15 un primo (M1) ed un secondo (M2) sensore di vibrazioni
atti a fornire in uscita rispettivamente un primo (S1) ed
un secondo segnale (S2) recanti informazioni correlate
alle vibrazioni captate da detti sensori (S1,S2), detti
sensori (S1,S2) essendo disposti distanziati fra loro ed
20 ospitati nello spessore di detto corpo principale (11)
fra detta faccia superiore (12) e detta faccia inferiore
(13);

caratterizzato dal fatto che

i sensori sono disposti in allineamento verticale a
25 quote differenti nello spessore del corpo principale e

che detti segnali (S1, S2) sono utili a monitorare le prestazioni e lo stato di degrado di detto dispositivo in termini di capacità di attenuare le vibrazioni.

2. Dispositivo attenuatore di vibrazioni (10)
5 secondo la rivendicazione 1, in cui dette facce (12,13) sono sostanzialmente piane ed in cui i sensori (M1,M2) sono fra loro allineati lungo una direzione di allineamento (Z-Z) sostanzialmente perpendicolare a tali facce (12,13).

10 3. Dispositivo attenuatore di vibrazioni (10) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui i sensori (M1,M2) sono disposti nello spessore di detto corpo principale (11) sostanzialmente in prossimità di detta faccia superiore (12) e di detta faccia
15 inferiore (13).

4. Dispositivo attenuatore di vibrazioni (10) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui i sensori (M1,M2) sono sensori di accelerazione.

5. Dispositivo attenuatore di vibrazioni (10)
20 secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui i sensori (M1,M2) comprendono un trasduttore MEMS.

6. Dispositivo attenuatore di vibrazioni (10) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, comprendente inoltre mezzi conduttivi di collegamento
25 (L1, L2) almeno parzialmente ospitati all'interno di

detto corpo principale (11), elettricamente connessi a detti sensori (M1, M2) ed atti a rendere disponibili detti segnali (S1, S2) all'esterno di detto corpo principale (11).

5 7. Dispositivo attenuatore di vibrazioni (10) secondo la rivendicazione 6, in cui detto dispositivo è un tappetino antivibrante.

8. Dispositivo attenuatore di vibrazioni (10) secondo la rivendicazione 7, in cui detto corpo
10 principale (10) è realizzato in un materiale comprendente: fibre, granuli di gomma e materiale legante poliuretano.

9. Dispositivo attenuatore di vibrazioni (10) secondo le rivendicazioni 7 o 8, in cui il tappetino è
15 destinato ad attenuare vibrazioni prodotte da sistemi di trasporto su rotaia (1) ed in cui detto tappetino è destinato ad essere disposto direttamente o indirettamente al di sotto di un binario (3,4) in modo che detti sensori (M1, M2) giacciono allineati al di
20 sotto di una rotaia (3) di detto binario (3,4).

10. Dispositivo attenuatore di vibrazioni (10) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 6, in cui detto dispositivo è un isolatore per macchine elettromeccaniche, particolarmente di tipo industriale.

25 11. Dispositivo attenuatore di vibrazioni (10)

secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, comprendente inoltre una unità di elaborazione (20) esterna a detto corpo principale (11) e collegabile ai sensori (M1, M2) per ricevere tali segnali ed elaborare
5 tali segnali (M1, M2) in modo da estrarre un parametro relativo ad una attenuazione di potenza o di ampiezza fra detti segnali in una o più porzioni di spettro di frequenza di detti segnali, al fine di monitorare le prestazioni e lo stato di degrado di detto dispositivo
10 (10) in termini di capacità di attenuare le vibrazioni.

12. Procedimento per valutare le prestazioni ed il degrado di un dispositivo attenuatore (10) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, comprendente le fasi di:

- 15 - stabilire una connessione operativa fra una unità di elaborazione (20) a detti sensori (M1,M2);
- sollecitare tramite detta sorgente di vibrazioni detto dispositivo attenuatore (10);
- ricevere detto primo (S1) e detto secondo (S2)
20 segnale presso detta unità di elaborazione (20);
- elaborare detto primo (S1) e detto secondo (S2) segnale per effettuare una operazione di confronto fra loro di valori correlati all'ampiezza o alla potenza di detti segnali (S1,S2) in almeno una porzione di spettro
25 di detti segnali, per stimare un parametro correlato

all'attenuazione fra le vibrazioni rilevate
rispettivamente da detto primo e detto secondo sensore.

13. Procedimento secondo la rivendicazione 12, in
cui la fase di elaborare comprende una operazione di
5 selezionare almeno una porzione di spettro di detto primo
segnale (S1) in cui si rileva una maggiore potenza di
segnale per effettuare detto confronto in detta porzione
di spettro.

14. Procedimento secondo la rivendicazione 13, in
10 cui l'operazione di selezionare è tale da selezionare
almeno due di dette porzioni di spettro ed in cui detta
stima è effettuata assegnando un peso differente a dette
due porzioni in base alla potenza rilevata in dette
porzioni.

15 15. Procedimento secondo una qualsiasi delle
rivendicazioni da 12 a 14, in cui i sensori (M1, M2) sono
sensori di accelerazione ed in cui detti segnali (S1, S2)
sono segnali recanti informazioni su tre componenti di
accelerazione rilevate da detti sensori (M1,M2), detto
20 parametro essendo correlato ad un rapporto fra componenti
di accelerazione rilevate da detti sensori lungo un asse
di allineamento (Z-Z) di detti sensori (M1,M2).

CLAIMS

1. Vibration attenuation device (10) comprising a main body (11) made of anti-vibration material, said main body (11) being defined between an upper face (12) and a lower face (13), the device (10) being provided for direct or indirect interposition between a vibration source and a support surface (14), so that said upper face (12) is directed towards the vibration source and said lower face (13) is directed towards said support surface (14),

characterized in that

the attenuation device (10) comprises at least a first (M1) and second (M2) vibration sensor, for outputting a first (S1) and second signal (S2), respectively, carrying information related to vibrations measured by said sensors (S1, S2), said sensors (S1, S2) being spaced apart and housed within the thickness of said main body (11) between said upper face (12) and lower face (13).

2. Vibration attenuation device (10) according to claim 1, wherein said faces (12, 13) are generally plane and wherein the sensors (M1, M2) are aligned to each other along an alignment direction (Z-Z) which is generally perpendicular to said faces (12, 13).

3. Vibration attenuation device (10) according to

any one of preceding claims, wherein the sensors (M1, M2) are positioned within the thickness of said main body (11), in general proximity to said upper face (12) and lower face (13).

5 4. Vibration attenuation device (10) according to any one of preceding claims, wherein the sensors (M1, M2) are acceleration sensors.

 5. Vibration attenuation device (10) according to any one of preceding claims, wherein the sensors (M1, M2)
10 comprise a MEMS transducer.

 6. Vibration attenuation device (10) according to any one of the preceding claims, further comprising conductive connection means (L1, L2), which are at least partially housed within said main body (11), electrically
15 connected to said sensors (M1, M2) and such as to provide said signals (S1, S2) on the outside of said main body (11).

 7. Vibration attenuation device (10) according to claim 6, wherein said device is an anti-vibration mat.

20 8. Vibration attenuation device (10) according to claim 7, wherein said main body (10) is made of a material comprising: fibers, gum granules and polyurethane binding material.

 9. Vibration attenuation device (10) according to
25 claims 7 or 8, wherein the mat is provided for

attenuating vibrations generated by railway transport systems (1) and wherein said mat is to be positioned directly or indirectly underneath a track (3, 4), so that said sensors (M1, M2) are aligned underneath a rail of
5 said track (3, 4).

10. Vibration attenuation device (10) according to any one of claims 1 to 6, wherein said device is an insulator for electro-mechanical machines, in particular of the industrial type.

10 11. Vibration attenuation device (10) according to any one of the preceding claims, further comprising a processing unit (20), positioned outside said main body (11), which is connectable to sensors (M1, M2) for receiving said signals and processing said signals (M1,
15 M2) in order to extract a parameter related to a power or amplitude attenuation among said signals in one or more portions of the frequency spectrum of said signals, in order to monitor the performance and degradation condition of said device (10), with respect to vibration
20 attenuation capacity.

12. Method for evaluating the performance and degradation of an attenuation device (10) according to any one of the preceding claims, comprising the steps of:

- establishing an operative connection between a
25 processing unit (20) and said sensors (M1, M2);

- acting upon said attenuation device (10) by means of the vibration source;

- receiving said first (S1) and second (S2) signal at said processing unit (20);

5 - processing said first (S1) and second (S2) signal in order to perform the comparison between values related to amplitude or power output of said signals (S1, S2) in at least a portion of the spectrum of said signals, in order to estimate a parameter related to the attenuation
10 between the vibrations measured by said first and second sensor, respectively.

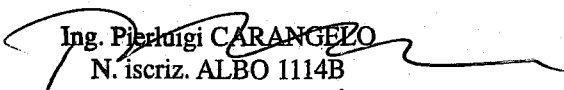
13. Method according to claim 12, wherein the processing step comprises a step of selecting at least a portion of the spectrum of said first signal (S1), in
15 which a higher signal power output is measured, in order to perform said comparison in said spectrum portion.

14. Method according to claim 13, wherein the selecting step is such as to select at least two of said spectrum portions and wherein said estimate is performed
20 by assigning a different weight to said two portions, based on the power measured in said portions.

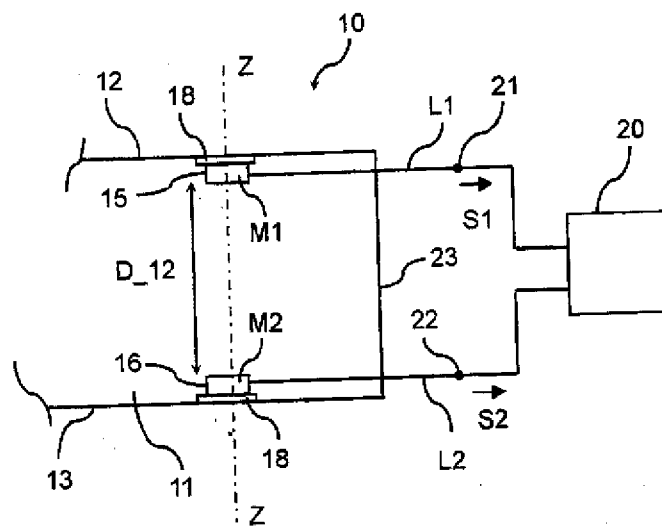
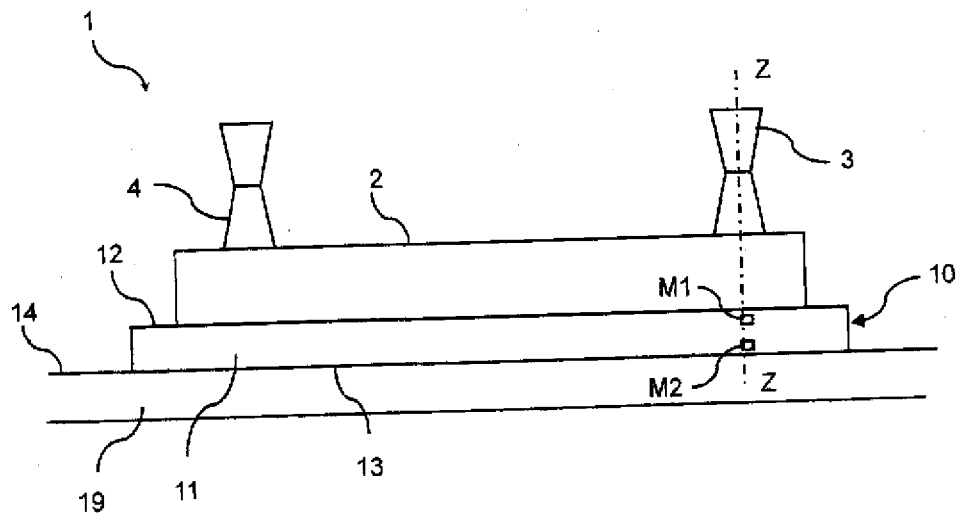
15. Method according to any one of claims 12 to 14, wherein the sensors (M1, M2) are acceleration sensors and wherein said signals (S1, S2) are signals carrying
25 information about three acceleration components measured

by said sensors (M1, M2), said parameter being related to a ratio between the acceleration components measured by said sensors along an alignment axis (Z-Z) of said sensors (M1, M2).

5 PER TRADUZIONE CONFORME


Ing. Pierluigi CARANGELO
N. iscriz. ALBO 1114B
(in proprio e per altri)





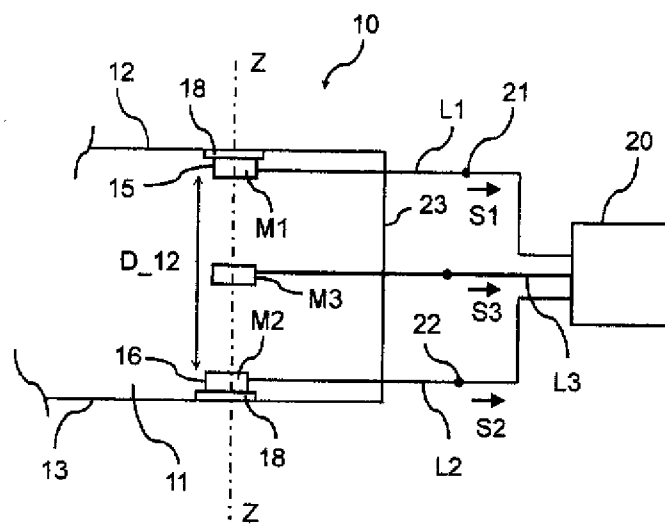


FIG 3