



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101996900491143
Data Deposito	18/01/1996
Data Pubblicazione	18/07/1997

Priorità	23306
Nazione Priorità	JP
Data Deposito Priorità	

Priorità	70471
Nazione Priorità	JP
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	F		

Titolo

APPARECCHIATURA DI SMORZAMENTO DELLE VIBRAZIONI PER QUALSIASI STRUTTURA SUL TERRENO SULL'ACQUA O SU UN CAVO O NELL'ARIA
--

ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES Co., Ltd.,

con sede a Chiyoda-ku, Tokyo (Giappone), e

NIPPON CABLE Co., Ltd.,

con sede a Edogawa-ku, Tokyo (Giappone)



* * * * *

18 GEN. 1998

D E S C R I Z I O N E

MI 96 A 00 77

* * * * *

La presente invenzione riguarda apparecchiature passive per lo smorzamento di vibrazioni per qualsiasi struttura sul terreno, sull'acqua o su un cavo o nell'aria, come ad esempio case, edifici, ponti, barche, navi, cabine e cabine di funivia.

Un esempio di apparecchiature di smorzamento di vibrazioni è descritto nella pubblicazione della domanda di brevetto giapponese No. 62-62036 e la sua disposizione schematica è mostrata nella figura 29 dei disegni acclusi. Facendo riferimento alla figura 29, un binario (b) viene posto in cima ad una struttura (a) come ad esempio un edificio, ed il binario si estende in una direzione in cui probabilmente vibra l'edificio. Un peso o massa di smorzamento (c) dotata di ruote (d) scorre lungo il binario. Fra una faccia di estremità del peso (c) ed una staffa (e) che sta sull'edificio (a) ad una certa distanza dal peso (c), sono previsti una molla (f) per regolare un periodo naturale del peso (c) a quello dell'edificio (a) ed uno smorzatore idraulico (h) per impedire un movimento eccessivo del peso (c). Questa apparecchiatura di smorzamento riduce le vibrazioni dell'edificio (c) traendo vantaggio dal movimento reciproco del peso (c) sul binario (b). Fermi (i) sono previsti sulle estremità longitudinali del bi-

nario (b) per impedire che il peso (c) cada via dal binario (b). I fermi (i) limitano inoltre la corsa del movimento alternativo del peso (c). Il peso (c) naturalmente si muove verso destra e verso sinistra a seguito delle vibrazioni dell'edificio (a). In generale, un'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni avente una massa di smorzamento che non viene forzata a spostarsi da un meccanismo separato, è indicata come un'apparecchiatura passiva per lo smorzamento di vibrazioni. Questa apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni in generale funziona in modo soddisfacente. Tuttavia, poichè l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni mostrata in figura 29 utilizza un elemento meccanico (cioè la molla (f) per adattare il periodo naturale del peso (c) a quello dell'edificio (a), è difficile impostare il periodo naturale dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni. In aggiunta, la corsa massima di movimento alternativo del peso (c) è limitata dalla molla (f) e dallo smorzatore di vibrazioni (h) cosicchè l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni non può trattare una grande corsa di vibrazioni. L'attenuatore di vibrazioni dovrebbe vibrare in una corsa grande se la struttura vibra in una corsa grande. In altre parole, quando l'edificio (a) vibra con ampiezza grande, le vibrazioni non vengono smorzate a sufficienza. Inoltre, poichè il coefficiente di smorzamento dell'ammortizzatore (h) è costante, il peso (c) può colpire i fermi (i) quando l'edificio (a) vibra con ampiezza grande. Questo si traduce in una grande perdita dell'efficienza di smorzamento delle vibrazioni. Inoltre, poichè il coefficiente di smorzamento dello smorzatore o ammortizzatore (h) non può cambiare, non è possibile applicare la forza di smorzamento migliore al peso (c). Inoltre, la manutenzione

dell'apparecchiatura non è agevole.

Un altro esempio di apparecchiature di smorzamento di vibrazioni è descritto nel brevetto No. 5.182.887 e due illustrazioni di questo brevetto sono mostrate nelle figure 30 e 31 dei disegni acclusi. Facendo riferimento alle figure 30 e 31, una piattaforma 4 viene posta in cima ad una struttura come ad esempio un edificio 1, e sulla piattaforma 4 si pongono una pluralità di rulli 6. Sui rulli 6 è posto un peso arcuato 5 che può muoversi in una direzione in cui possibilmente vibra l'edificio 1. Quando l'edificio 1 vibra, il peso 5 viene spostato a muoversi verso destra o sinistra su rulli 6. Questo movimento del peso 5 viene controllato da un'unità di controllo 99 e dalle sue unità associate in modo tale che il peso esegua un'oscillazione armonica singola. Quando si verifica l'oscillazione armonica singola, la vibrazione dell'edificio 1 viene convertita in energia cinetica del peso 5. Come risultato, vengono smorzate le vibrazioni dell'edificio 5. La vibrazione del peso 5 è ritardata di 90° rispetto alla vibrazione dell'edificio 1 per ottenere uno smorzamento di vibrazioni efficace. La faccia superiore del peso 5 ha una cremagliera 10 che si impegna con un pignone 13. Il pignone 13 è collegato con un albero 12 di un motore 11. L'unità di controllo 99 che riceve un segnale da un sensore di vibrazioni 3, aziona il motore 11 ed il motore 11 fa sì che il peso 5 esegua un'oscillazione armonica singola. L'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni avente un peso di smorzamento di vibrazioni che è forzato a spostarsi, viene indicata come tipo attivo. I numeri 8 e 9 indicano respingenti o tamponi, rispettivamente ed il numero 143 indica un peso per regolare un periodo di oscillazione. Questa apparecchiatura di



smorzamento di vibrazioni 2, tuttavia richiede l'unità di controllo complicata 99 ed i mezzi di azionamento separati 11, 12 e 13 per azionare il peso 5. Di conseguenza, diviene costosa e la manutenzione non è semplice.

Uno scopo della presente invenzione è di fornire un'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni passiva il cui periodo naturale sia semplice da regolare.

Un altro scopo della presente invenzione è di fornire un'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni passiva che possa oscillare con un'ampiezza grande.

Ancora un altro scopo della presente invenzione è di fornire un'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni passiva che possa impedire che un peso di smorzamento collida contro fermi, riducendo così la perdita nell'efficienza di smorzamento delle vibrazioni.

Ancora un altro scopo della presente invenzione è di fornire un'apparecchiatura passiva per l'attenuazione delle vibrazioni che possa applicare una forza di frenatura appropriata al peso di smorzamento.

Un altro scopo della presente invenzione è di fornire un'apparecchiatura passiva per lo smorzamento di vibrazioni che abbia una struttura semplice.

Un altro scopo della presente invenzione è di fornire un'apparecchiatura passiva per lo smorzamento di vibrazioni economica.

Un altro scopo della presente invenzione è di fornire un'apparecchiatura passiva per l'attenuazione delle vibrazioni che possa cambiare il suo assetto o la sua direzione, a seconda della direzione delle vibrazioni di

una struttura bersaglio o desiderata.

Un altro scopo della presente invenzione è di fornire un'apparecchiatura passiva di smorzamento delle vibrazioni che possa tenere automaticamente un peso di smorzamento in corrispondenza di una posizione particolare anche se il peso di smorzamento sta oscillando.

In conformità con un primo aspetto della presente invenzione, si fornisce un'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni comprendente: un telaio avente una piastra di binario arcuata verso il basso e due piastre di estremità fissate alle estremità della piastra di binario; un corpo di smorzamento posto in modo mobile sulla piastra di binario; un primo ed un secondo magnete fissati rispettivamente alle piastre di estremità; ed un terzo ed un quarto magnete fissati al corpo di smorzamento in corrispondenza delle sue estremità opposte. Il telaio viene posto saldamente su una struttura vibrante in modo tale da estendersi in una direzione in cui possibilmente vibra la struttura. La piastra di binario si estende nella stessa direzione. Il primo magnete su una piastra di estremità può avere la stessa polarità del terzo magnete su una estremità del corpo di smorzamento ed il secondo magnete sull'altra piastra di estremità può avere la stessa polarità del quarto magnete sull'altra estremità del corpo di smorzamento. Si dovrebbe notare che solamente un primo ed un secondo elemento di ammortizzamento o assorbitore d'urto, può essere previsto sulle piastre di estremità e niente può essere previsto sul magnete oppure solamente il terzo e quarto elemento di ammortizzamento possono essere previsti sulle facce di estremità opposte dei magneti e sulle piastre di estremità può non essere previsto alcuno di tali elementi.

Quando la struttura vibra, vibra anche il telaio fissato alla struttura. Questa energia di vibrazione viene convertita in energia cinetica del corpo di smorzamento che può spostarsi sul binario. Come risultato, le vibrazioni della struttura vengono smorzate. Determinando un raggio di curvatura appropriato del binario arcuato, il periodo naturale del corpo di smorzamento viene posto uguale a quello della struttura. Il periodo naturale T viene dato dall'equazione $T = 2\pi (R/g)^{1/2}$ in cui R rappresenta il raggio di curvatura del binario. Pertanto, è semplice determinare il periodo naturale T poichè determinato dal raggio R . Se è noto il periodo naturale della struttura, si può determinare il raggio R ed il corpo di smorzamento esegue una singola oscillazione armonica con un periodo naturale determinato dal summenzionato R . Poichè la struttura ed il corpo di smorzamento risuonano l'uno con l'altro, si ottiene una grande corsa di oscillazione. Il corpo di smorzamento dovrebbe vibrare con una corsa grande se la struttura vibra con una corsa grande. Se il corpo di smorzamento oscilla in una corsa troppo grande e si avvicina alla piastra di estremità, una forza di repulsione esercitata dai due magneti opposti con la stessa polarità, impedisce la collisione del corpo di smorzamento con le piastre di estremità. L'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni della presente invenzione non necessita di un elemento meccanico per regolare il suo periodo naturale, ha una struttura semplice ed è in grado di operare anche se una struttura vibra con una corsa grande. In aggiunta, impedendo che il corpo di smorzamento colpisca le piastre di estremità, si riduce la perdita dell'efficienza di smorzamento. Un tale meccanismo magnetico per evitare le collisioni dura più a lungo di uno meccanico e la

sua manutenzione è inoltre più agevole. Se elementi ammortizzatori sono previsti solamente sulle piastre di estremità o sul corpo di smorzamento, il corpo di smorzamento potrebbe colpire le piastre di estremità. Tuttavia, l'urto dopo la collisione viene ridotto dagli elementi ammortizzatori cosicchè l'efficienza di smorzamento delle vibrazioni non viene degradata in modo significativo.

In conformità con un secondo aspetto della presente invenzione, si fornisce un'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni comprendente: un telaio di base posto saldamente su una struttura vibrante; una coppia di binari di guida paralleli fissati saldamente sul telaio, ciascun binario di guida essendo curvo verso il basso in corrispondenza della sua zona centrale; un corpo di smorzamento avente almeno due ruote e posto in modo mobile sui binari; un elemento di generazione di forza magnetica (ad esempio un magnete) fissato o al corpo di smorzamento o al telaio; ed un elemento (ad esempio una piastra di ferrite) fissata o al telaio o al corpo di smorzamento per essere attratta dalla forza magnetica dell'elemento di generazione di forza magnetica. L'elemento magnetico e l'elemento corrispondente o coniugato formano in combinazione uno smorzatore magnetico o un'unità di frenatura magnetica. Lo smorzatore magnetico può essere costituito da ruote magnetiche e da binari di guida di ferrite. In questo caso, le ruote del corpo di smorzamento funzionano come elemento di generazione della forza magnetica ed i binari di guida funzionano come elementi da attrarre. Invece di un tale smorzatore magnetico, un elemento a resistenza d'aria può essere previsto sul corpo di smorzamento. Ad esempio, una piastra può estendersi dal corpo di smorzamento in una direzione perpendico-

lare ad una direzione di movimento del corpo di smorzamento. La piastra di resistenza ad aria può essere sostituita con un'elica. Sia la piastra di resistenza ad aria che l'elica possono impedire l'oscillazione eccessiva del corpo di smorzamento. Si dovrebbe inoltre notare che una coppia di binari di guida possono essere sostituiti con una monorotaia.

Quando la struttura vibra, vibrano anche i binari di guida. L'energia di questa vibrazione viene quindi convertita in energia cinetica del corpo di smorzamento così da ridurre la vibrazione della struttura. Un periodo naturale del corpo di smorzamento viene adattato a quella della struttura scegliendo un raggio di curvatura appropriato di ciascun binario di guida. Uno smorzatore magnetico sopprime un'oscillazione eccessiva del corpo di smorzamento. Se il corpo di smorzamento ha ruote magnetiche ed i binari di guida sono fatti di ferrite, invece di avere un magnete su una faccia inferiore del corpo di smorzamento e fornire una piastra di ferrite sul telaio, la struttura complessiva dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni è semplificata. Se la monorotaia viene impiegata invece di una coppia di binari, l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni diviene compatta. Questa apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni non richiede un elemento meccanico per regolare il suo periodo naturale, ha una struttura semplice ed ottiene una grande corsa di oscillazione nonché un grande effetto di smorzamento. Poiché la forza materiale esercitata dallo smorzatore magnetico è regolabile, al corpo di smorzamento viene applicata una forza di frenatura appropriata. Lo smorzatore magnetico dura più a lungo, è più semplice variare la forza di frenatura e la sua manutenzione è più semplice che con uno smorzatore meccanico.

In conformità con un terzo aspetto della presente invenzione, si fornisce una disposizione per tenere un corpo di smorzamento di un dispositivo di smorzamento di vibrazioni di tipo avente un alloggiamento cavo e curvo verso il basso ed il corpo di smorzamento posto in modo mobile all'interno dell'alloggiamento. L'alloggiamento comprende in generale una piastra inferiore curva verso il basso in corrispondenza della sua zona centrale, pareti laterali verticali lungo i bordi longitudinali anteriore e posteriore della piastra inferiore ed una parete di sommità. Il corpo di smorzamento può muoversi verso destra e verso sinistra come un pendolo sulla piastra inferiore o sui binari posti sulla piastra inferiore. La disposizione che tiene il corpo di smorzamento comprende una sporgenza fissata ad una faccia laterale, una faccia superiore o una faccia inferiore del corpo di smorzamento. La sporgenza si estende in una direzione perpendicolare alla direzione di oscillazione del corpo di smorzamento ed ha due superfici inclinate che si estendono nella direzione di oscillazione del corpo di smorzamento. La sezione orizzontale della sporgenza laterale o la sezione verticale della sporgenza di sommità o di fondo, è approssimativamente triangolare ed una cavità è formata in un'area di picco del triangolo. Un elemento tubolare penetra in una delle pareti laterali dell'alloggiamento in direzione orizzontale oppure nella parete di sommità o di fondo dell'alloggiamento in direzione verticale. Un perno di arresto o fermo ed una molla sono posti nell'elemento tubolare cosicchè il perno viene sollecitato verso l'interno dalla molla e la punta del perno normalmente risiede all'interno dell'alloggiamento. Quando il corpo di smorzamento dovrebbe muoversi all'interno dell'alloggiamento, un utente o un'operaio

della manutenzione estrae il perno dall'alloggiamento. In prossimità dell'elemento tubolare è previsto un meccanismo di bloccaggio per tenere il perno fuori dall'alloggiamento. Un elemento a rulli può essere fissato all'estremità libera del perno per impedire l'usura della punta del perno e/o per garantire un contatto di scorrimento liscio fra l'estremità libera del perno ed il corpo di smorzamento. Se l'elemento tubolare per alloggiare il perno di arresto e la molla di sollecitazione è montato sulla parete laterale o sulla parete inferiore dell'alloggiamento, può non essere fornita la parete di sommità. La sporgenza può essere un elemento separato o una parte integrale del corpo di smorzamento.

Quando l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni dovrebbe essere arrestata per scopi di manutenzione, ad esempio, dovrebbe anche essere fermato il corpo di smorzamento all'interno dell'alloggiamento. Convenzionalmente, un utente o un operaio della manutenzione dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni, dovrebbe aspettare finchè il corpo di smorzamento si arresta in modo naturale. Tuttavia, ciò richiede tempo ed il corpo di smorzamento potrebbe non arrestarsi mai naturalmente se la disposizione di smorzamento delle vibrazioni è montata su una barca che galleggia sull'acqua. La presente invenzione fornisce una disposizione semplice per arrestare il corpo di smorzamento. Per arrestare il corpo di smorzamento, il perno viene sbloccato per essere esposto nell'alloggiamento. Quando il corpo di smorzamento oscilla, il perno viene a contatto con la superficie inclinata della sporgenza e risale lungo di essa. Infine, il perno raggiunge la cima della sporgenza e cade nella cavità della sporgenza: esso viene forzato nella cavità dalla molla. Quando il perno si inca-

stra nella cavità formata nella sporgenza sul corpo di smorzamento, il corpo di smorzamento non è più in grado di muoversi. Di conseguenza, il corpo di smorzamento viene automaticamente intrappolato. Mezzi per rivelare la posizione del corpo di smorzamento e/o mezzi per consentire ad un utente o un operaio della manutenzione di osservare il corpo di smorzamento, non sono necessarie nella presente invenzione. Pertanto, il meccanismo di intrappolamento del corpo di smorzamento viene fabbricato in modo economico. Inoltre, la struttura è semplice cosicchè la manutenzione è agevole.

In conformità con un quarto aspetto della presente invenzione, si fornisce una disposizione per tenere un corpo di smorzamento di un dispositivo di smorzamento di vibrazioni di tipo avente un elemento a binario curvo verso il basso ed il corpo di smorzamento posto in modo mobile sull'elemento a binario. Un percorso di oscillazione per il corpo di smorzamento è definito dall'elemento a binario. La disposizione che tiene il corpo di smorzamento comprende una sporgenza fissata ad una superficie esterna del corpo di smorzamento. La sporgenza è un elemento triangolare che si estende in una direzione perpendicolare alla direzione di oscillazione del corpo di smorzamento. Una cavità è formata in corrispondenza del picco o vertice della sporgenza triangolare e due superfici inclinate della sporgenza triangolare si estendono nella direzione di oscillazione del corpo di smorzamento. Una piastra o elemento ad angolo è prevista sull'elemento a binario ed un elemento tubolare cavo penetra in questo elemento in una direzione perpendicolare alla direzione di oscillazione del corpo di smorzamento. Un perno di fermo ed una molla sono previsti nel-

l'elemento tubolare in modo tale che il perno viene sollecitato verso l'interno dalla molla e la punta del perno normalmente esiste sopra il percorso. Quando il corpo di smorzamento dovrebbe muoversi nel percorso del peso di smorzamento, un utente o operaio della manutenzione estrae il perno dal binario o percorso. Un meccanismo di montaggio è montato sull'elemento tubolare per tenere il perno fuori dal percorso. Un elemento a rullo può essere fissato ad un'estremità libera del perno di fermo per impedire l'usura della punta del perno e/o garantire un contatto di scorrimento liscio fra l'estremità libera del perno ed il corpo di smorzamento. La sporgenza può essere un elemento separato oppure una parte integrale del corpo di smorzamento. Se l'elemento tubolare per alloggiare il perno di fermo e la molla di sollecitazione è montata sull'elemento a binario, l'elemento a piastra o ad angolo non è necessario. In questo caso, l'elemento a binario serve anche come elemento a piastra. Questa disposizione che tiene il peso di smorzamento opera in modo analogo a quella del terzo aspetto.

La figura 1 illustra una vista frontale parzialmente in sezione di un'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni in conformità con una prima forma di realizzazione della presente invenzione;

la figura 2 è una sezione trasversale dell'apparecchiatura di smorzamento di vibrazione mostrata in figura 1 presa lungo la linea A-A della figura 1;

la figura 3 è una vista ingrandita, di un'apparecchiatura di smorzamento di vibrazione in conformità con un'altra forma di realizzazione della presente invenzione;

la figura 4 mostra ancora un'altra forma di realizzazione della presente invenzione;

la figura 5A illustra una variante di una piastra inferiore o piastra di binario dell'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni;

la figura 5B illustra un'altra variante della piastra a binario dell'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni;

la figura 5C mostra un'altra forma di realizzazione della presente invenzione in sezione trasversale;

la figura 6A illustra una vista frontale di un'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni in conformità in un'altra forma di realizzazione della presente invenzione;

la figura 6B illustra una sezione trasversale dell'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni mostrata nella figura 6A;

le figure 7A-7G illustrano viste in sezione di una variante di un dispositivo di smorzamento magnetico rispettivamente;

la figura 7H illustra una vista in sezione schematica di un altro dispositivo di smorzamento magnetico impiegato quando un corpo di smorzamento cilindrico si muove in un telaio cilindrico;

la figura 8 illustra una sezione trasversale di un'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni in conformità con un'altra forma di realizzazione della presente invenzione;

la figura 9 illustra una vista in sezione di un'altra forma di realizzazione in conformità con la presente invenzione;

la figura 10A illustra una vista frontale di un'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni in conformità con un'altra forma di realizzazione



ne della presente invenzione;

la figura 10B è una sezione trasversale dell'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni mostrata in figura 10A;

la figura 11A illustra una vista frontale di un'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni in conformità con un'altra forma di realizzazione della presente invenzione;

la figura 11B è una sezione trasversale dell'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni mostrata in figura 10A;

la figura 12A illustra una variante di una piastra a binario di guida dell'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni;

la figura 12B mostra un'altra variante della piastra a binario di guida;

le figure 13A e 13B mostrano una variante di un dispositivo di smorzamento magnetico;

la figura 14A è una vista di sommità schematica di un'imbarcazione dotata di un'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni della presente invenzione;

la figura 14B è una vista laterale schematica dell'imbarcazione con l'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni mostrata nella figura 14A;

la figura 15A è una vista laterale dell'imbarcazione analoga alla figura 14B ed illustra un'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni ruotata di 90°;

la figura 15B mostra una vista prospettica di una piattaforma girevole per far ruotare l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni;

la figura 16 mostra una variante di un'installazione su imbarcazione



dell'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni;

la figura 17 è un grafico che mostra la relazione fra il corpo di smorzamento, la barca ed una forza esterna;

la figura 18A è un grafico che mostra la relazione fra un ingrandimento di risposta (rapporto dell'ampiezza di vibrazione) ed un periodo di vibrazione dell'imbarcazione senza l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni;

la figura 18B è un grafico che mostra la relazione fra l'aumento di risposta ed il periodo di vibrazione della barca con l'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni;

la figura 18C è un grafico che mostra la relazione fra ingrandimento della risposta ed il periodo di vibrazione dell'imbarcazione con l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni quando il periodo naturale dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni e quello dell'imbarcazione sono posti uguali e viene attivata l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni;

la figura 18D è un grafico che mostra la relazione fra l'ingrandimento di risposta ed il periodo di vibrazione dell'imbarcazione quando il periodo naturale dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni è più spostato dal periodo naturale dell'imbarcazione;

la figura 19 illustra i risultati di esperimenti per mostrare quanto il rullio dell'imbarcazione viene ridotto se l'imbarcazione è dotata dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni della presente invenzione;

la figura 20 illustra una vista frontale parzialmente in sezione di



un meccanismo che tiene il corpo di smorzamento per un'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni in conformità con la presente invenzione;

la figura 21 illustra una vista di sommità parzialmente in sezione del meccanismo che tiene il corpo di smorzamento mostrato in figura 20;

la figura 22 è una vista in sezione presa lungo la linea III-III della figura 20;

le figure 23A e 23B sono viste in sezione ingrandite di una parte IV del meccanismo che tiene il corpo di smorzamento mostrato in figura 21 rispettivamente: la figura 23A mostra un perno di arresto che è esteso per tenere il corpo di smorzamento e la figura 24B mostra il perno di fermo in una posizione arretrata;

le figure 24A-24C sono una serie di viste in pianta schematiche per illustrare come il corpo di smorzamento viene intrappolato dal meccanismo di trattenimento: la figura 24A mostra il corpo di smorzamento che si avvicina al perno di fermo o arresto; la figura 24B mostra il corpo di smorzamento che contatta il perno di fermo e la figura 24C mostra il corpo di smorzamento intrappolato dal perno di fermo;

la figura 25 illustra una vista di sommità schematica di una variante del dispositivo che tiene il corpo di smorzamento;

la figura 26 illustra una vista parzialmente in sezione di un'altra variante del dispositivo che tiene il corpo di smorzamento;

la figura 27A illustra una vista dall'alto di ancora un'altra variante del dispositivo che tiene il corpo di smorzamento;

la figura 27B illustra una vista di estremità per il dispositivo che tiene il corpo di smorzamento mostrato in figura 27A;

le figure 28A e 28B illustrano varianti del perno di fermo del dispositivo che tiene il corpo di smorzamento rispettivamente: la figura 28A mostra una sfera fissata ad un'estremità libera del perno e la figura 28B mostra un rullo fissato all'estremità libera del perno;

la figura 29 illustra schematicamente un esempio di apparecchiature convenzionali di smorzamento delle vibrazioni;

la figura 30 è una vista frontale di un'altra apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni convenzionale; e

la figura 31 è una vista di sommità schematica dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni mostrata in figura 30.

Si descriveranno ora forme di realizzazione preferite della presente invenzione con riferimento ai disegni acclusi.

Le figure 1 e 2 mostrano una prima forma di realizzazione di un'apparecchiatura di smorzamento di vibrazioni secondo la presente invenzione. In cima ad una struttura vibrante 101 come ad esempio un edificio, è prevista saldamente una piastra a binario arcuato 102 avente un raggio di curvatura predeterminato R. Il centro O del raggio R è posto sopra l'edificio 101. La piastra di binario 102 si estende in una direzione in cui più probabilmente vibra l'edificio 101 (direzioni "X" nella figura 1). La piastra a binario 102 ha piedistalli di supporto 103 fissati in cima all'edificio 101. Sulla piastra a binario 102 è previsto un corpo di smorzamento (cioè un peso o massa di smorzamento) 104 dotato di ruote 105. Il corpo di smorzamento 104 è atto a spostarsi liberamente verso destra e verso sinistra come un pendolo sulla piastra a binario 102. Quando la massa di smorzamento 104 si muove sulla piastra a binario 102, le sue ruote

1205 rotolano sulla piastra a binario 102. Piastre di estremità 106 stanno verticalmente in corrispondenza delle estremità longitudinali, o estremità destra e sinistra in figura 1) della piastra a binario 102. Queste piastre di estremità 106 sono piastre di fermo per la massa di smorzamento 104. Piastre laterali 107 stanno verticalmente dai bordi anteriore e posteriore della piastra a binario 102 (figura 2). Lo spazio definito dalla piastra a binario 102, dalle piastre di estremità 107 e dalle piastre laterali 107, è chiuso da una piastra di sommità 108. Come risultato, si forma un telaio sagomato a scatola cavo o a parallelepipedo allungato cavo 109. La massa di smorzamento 104 si muove di moto alternativo in questo telaio 109. La massa di smorzamento 104 ha inoltre rulli laterali 110 come è meglio illustrato in figura 2. Questi rulli laterali 110 rotolano su pareti laterali 107 quando la massa di smorzamento 104 oscilla all'interno del telaio 109. L'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni della presente invenzione, è un'apparecchiatura passiva di attenuazione delle vibrazioni avente la massa di smorzamento 104 che si sposta naturalmente come un pendolo sulla piastra a binario 102 a seguito delle vibrazioni della struttura 101.

Un magnete 111a è fissato ad una faccia interna di ciascuna piastra di estremità 106 ed un altro magnete 111b è fissato a ciascuna faccia di estremità della massa di smorzamento 104. Una piastra non magnetica può essere frapposta fra un magnete e la piastra e fra un magnete e la massa di smorzamento. In figura 1, il magnete 111a sulla piastra di estremità sinistra 106 ha la stessa polarità del magnete 111b sulla faccia di estremità sinistra della massa di smorzamento 104, ed il magnete 111a sulla

piastra di estremità destra 106 ha la stessa polarità del magnete 111b sulla faccia di estremità destra della massa di smorzamento 104. Di conseguenza, se la massa di smorzamento 104 oscilla in un'ampiezza grande e si approssima ad una piastra di estremità 106 del telaio 109, si genera una forza di repulsione fra i due magneti opposti (uno sulla piastra di estremità ed uno sulla massa di smorzamento). pertanto, si impedisce la collisione della massa di smorzamento contro le piastre di estremità 106. I magneti 111a e 111b formano in combinazione un'unità per evitare collisioni.

I magneti 111a e 111b possono essere magneti permanenti o elettromagnetici. Alla piastra di estremità ed alla massa di smorzamento possono essere fissati più di un magnete.

Quando la struttura 101 vibra a seguito di una forza esterna come ad esempio vento od un terremoto, anche il telaio 109 vibra poichè questi sono integrati mediante i piedistalli 103. Pertanto, l'energia della piastra di binario di oscillazione 102 del telaio 109 viene trasmessa al corpo di smorzamento 104 ed al corpo di smorzamento 104 viene fatto naturalmente svolgere un'oscillazione armonica singola. Questa oscillazione del corpo di smorzamento 104 si verifica in una fase ritardata di 90° rispetto alla struttura vibrante 101, con il periodo naturale del corpo di smorzamento uguale a quello dell'edificio 101. Pertanto, il corpo di smorzamento 104 si muove di moto alternativo sulla piastra a binario 102 in direzione longitudinale della piastra a binario 102 con una grande corsa e viene rapidamente smorzata la vibrazione della struttura 101.

La struttura 101 vibra in una fase ritardata di 90° rispetto alla

forza esterna ed il corpo di smorzamento 104 vibra in una fase ritardata di 90° rispetto alla struttura 101. Pertanto, vi è una differenza di fase di 180° tra il corpo di smorzamento 104 e la forza esterna, e la forza esterna è controbilanciata dall'oscillazione del corpo di smorzamento 104 (si veda la figura 17).

Determinando in modo appropriato il raggio di curvatura R della piastra a binario 102, è possibile rendere uguale il periodo naturale del corpo di smorzamento 104 a quello della struttura 101. Il periodo naturale T del peso di smorzamento è dato dall'equazione $T = 2\pi (R/g)^{1/2}$ cosicché è determinata dal raggio R della piastra di binario 102. R viene ottenuto se il periodo naturale della struttura 101 è noto.

Il corpo di smorzamento 104 esegue un'oscillazione armonica singola avente un periodo naturale determinato da questo R. La struttura 101 ed il corpo di smorzamento 104 risuonano l'uno con l'altro cosicché il corpo di smorzamento 104 oscilla in una corsa sufficientemente grande.

Se il corpo di attenuazione 104 oscilla in una corsa troppo grande, può collidere con le piastre di estremità 106. Una tale collisione degrada enormemente l'efficienza di smorzamento delle vibrazioni poichè il corpo di attenuazione 104 si muove in modo non lineare e la sua oscillazione non vi verifica in una relazione desiderata rispetto all'oscillazione della struttura 101. L'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni della presente invenzione impiega tuttavia l'unità per evitare collisioni (cioè magneti 111a e 111b montati sulle piastre di estremità 106 del corpo di attenuazione 104) cosicché viene generata una forza di repulsione appropriata fra la faccia di estremità del corpo di attenuazione 104 e la pia-



stra di estremità 107 così da impedire la collisione. Di conseguenza, non viene indebolito l'effetto di attenuazione delle vibrazioni. La regolazione della forza di repulsione viene effettuata cambiando un flusso magnetico prodotto dai magneti 111a e 111b. Se i magneti sono magneti permanenti, il numero dei magneti viene aumentato o diminuito. Se i magneti sono elettromagneti, allora si varia la corrente di eccitazione applicata ad essi. L'unità 111a e 111b per evitare collisioni è un'unità magnetica, non un'unità meccanica, cosicchè non si verificano deformazioni dell'unità e la sua manutenzione è più semplice.

Si dovrebbe notare che i magneti 111b possono essere montati sulla faccia superiore o su una faccia inferiore del corpo di smorzamento 104. Analogamente, i magneti 111a possono essere fissati alla piastra a binario 102, alla piastra laterale 107 od alla piastra di sommità 108. Si dovrebbe anche notare che la posizione dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni non è limitata alla sommità della struttura vibrante 101 posto che sia deviata dal baricentro della struttura 101.

La figura 3 illustra un'altra forma di realizzazione della presente invenzione. La disposizione di smorzamento delle vibrazioni di questa forma di realizzazione è analoga a quella mostrata nelle figure 1 e 2. Invece di fornire i magneti 111a e 111b sulle piastre di estremità 106 e sul corpo di smorzamento 104 rispettivamente, elementi di ammortizzamento 112 sono montati sull'una o sull'altra delle piastre di estremità 106 solamente oppure solamente sul corpo di smorzamento 104. La figura 3 gli elementi di ammortizzamento 112 previsti sul corpo di smorzamento 104. Ciascun elemento di ammortizzamento 112 comprende un alloggiamento di molla cilindrico

114 annegato in una faccia di estremità del corpo di smorzamento 104 per formare un'apertura o spazio 113 nella faccia di estremità, un'asta centrale fissa 115 estendendosi generalmente orizzontalmente lungo un asse centrale dell'alloggiamento 114 della molla, uno stantuffo cilindrico 116 adattato scorrevolmente sull'asta centrale 115, una molla a spirale 118 posta fra una flangia 117 dello stantuffo 116 ed una piastra inferiore dell'alloggiamento di molla 114. La molla elicoidale 118 può essere lineare o non lineare. Lo stantuffo 116 viene sollecitato verso l'esterno da una forza elastica esercitata dalla molla elicoidale 118. Il numero 119 indica una gomma fissata alla faccia esposta dello stantuffo 116. La gomma 119 allevia gli urti e riduce il rumore a seguito di contatto fra elementi metallici. Si dovrebbe notare che questa gomma 119 può non essere fornita in alcune applicazioni.

Finchè il corpo di smorzamento 104 non colpisce la piastra di estremità e la forma di realizzazione mostrata in figura 3, non viene generata alcuna forza di repulsione cosicchè il corpo di smorzamento 104 può collidere con la piastra di estremità (o piastra di fermo) 106 se oscilla in una corsa troppo grande. Tuttavia, l'urto a seguito della collisione viene ridotto dagli elementi di ammortizzamento 112 cosicchè l'effetto di smorzamento delle vibrazioni dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni non viene degradato grandemente (oppure viene mantenuto ad un livello tollerabile).

La figura 4 mostra una variante dell'elemento di ammortizzamento. Invece di cuscinetti a molla 112, cuscinetti di gomma o cuscinetti ad elementi a gel 120, sono fissati alle facce di estremità del corpo di smorza-



mento 104. Viene ottenuta un effetto di smorzamento delle vibrazioni analogo a quello della figura 3.

Si dovrebbe notare che gli elementi di ammortizzamento 112 possono essere fissati a entrambe le piastre di estremità 106 e le facce di estremità del corpo di smorzamento 104.

Si dovrebbe notare che la piastra di binario 102 nonchè limitata a quella avente una superficie completamente liscia mostrata in figura 1 posto che la sua area centrale sarà inferiore alle sue estremità e garantisca un movimento di oscillazione appropriato del corpo di smorzamento 104. Ad esempio, un binario 102a fatto da una pluralità di segmenti rettilinei come mostrato in figura 5A ed un binario sagomato a V 102b fatto da due segmenti di binario curvi come mostrato in figura 5B sono soddisfacenti. In aggiunta, l'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni può essere atta ad essere girevole attorno al suo asse verticale Y sulla struttura 101 (figura 1). In questo caso, una piattaforma girevole può essere posta fra la struttura 101 ed l'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni (figura 15B). Se l'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni può ruotare attorno all'asse verticale Y, essa può trattare vibrazioni in qualsiasi direzione. Si dovrebbe anche notare che il telaio può avere una forma tubolare come è illustrato in figura 5C. Questo telaio tubolare 109A ha una vista frontale analoga alla figura 1 ma la sua sezione trasversale è circolare come illustrato in figura 5C. La sezione trasversale del corpo di attenuazione 104A posto entro il telaio 109 è pure circolare. Il corpo di attenuazione 104A può avere una pluralità di rulli 105A sulla sua superficie così da potersi spostare in direzione longitudinale al telaio



109A (una direzione perpendicolare al foglio del disegno).

L'insegnamento della presente invenzione può essere applicato a qualsiasi struttura vibrante. Varie modifiche e cambiamenti possono essere realizzati senza allontanarsi dallo spirito e dall'ambito di protezione della presente invenzione.

Le figure 6A e 6B illustrano una seconda forma di realizzazione dell'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni in conformità con la presente invenzione.

Un telaio di base 202 è fissato in cima ad una struttura come ad esempio un edificio 201, una coppia di binari di guida paralleli 203 dotati di piedistalli 204 sono posti sul telaio di base 202. Ciascun binario di guida 203 è arcuato ed ha un raggio di curvatura R . Il centro del raggio O è al di sopra del binario di guida 203. La direzione longitudinale del binario 203 coincide con una direzione in cui molto probabilmente vibra l'edificio 201. Una massa di smorzamento 205 avente ruote 206 è posta sui binari di guida 203. Queste ruote 206 rotolano su binari di guida 203 quando la massa di smorzamento 205 si muove. Come è meglio illustrato nella figura 6B, una piastra 207 sta sul telaio di base 202 fra i piedistalli 204. Facendo riferimento alla figura 6A, la piastra 207 ha una porzione superiore arcuata adatta alla curvatura del binario di guida 203. Facendo ancora riferimento alla figura 6B, due piastre di montaggio 209 pendono dalla faccia inferiore della massa di smorzamento 205 ed i magneti 208 sono fissati alle superfici interne delle piastre di montaggio 209. La piastra 207 è frapposta fra magneti 209 con una certa distanza. I magneti 208 sono elementi di supporto a forza magnetica. I magneti 208 e la piastra



207 formano in combinazione uno smorzatore magnetico I. In figura 6B, un elemento sagomato ad L capovolta 210 è collegato con un bordo esterno di ciascun binario di guida 203 per definire uno spazio sagomato a C che racchiude ciascuna ruota 206. Questi due elementi 210 sono congiunti da un elemento di sommità 211. Come è illustrato in figura 6, ciascun coperchio 210 ha la stessa lunghezza del binario di guida 203 nella sua vista frontale. Un'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni è di tipo passivo: il peso 205 naturalmente si muove verso destra e sinistra sui binari di guida 203 a seguito delle vibrazioni dell'edificio 201.

I magneti 208 possono essere magneti permanenti oppure elettromagnetici. Il numero dei magneti 208 può variare a seconda delle circostanze. La piastra 207 può essere una piastra di rame od una piastra di ferri-te.

Se l'edificio 201 viene fatto vibrare da una forza esterna, anche i binari di guida 203 ed i piedistalli 204 vibrano poichè sono integrati attraverso il telaio di base 202. Pertanto, l'energia di oscillazione dei binari di guida 203 viene trasferita al peso di smorzamento 205 ed il peso di smorzamento 205 esegue naturalmente un'oscillazione armonica singola con lo stesso periodo naturale dell'edificio 201. Il peso di smorzamento 205 si muove come un pendolo sui binari 203 in una corsa grande cosicchè viene rapidamente attenuata la vibrazione dell'edificio 201.

La struttura 201 vibra in una fase ritardata di 90° rispetto alla forza esterna. Il peso di smorzamento 205 vibra in una fase ritardata di 90° rispetto alla struttura 201. Pertanto, vi è una differenza di fase di 180° fra il peso di smorzamento 205 e la forza esterna. Come risultato, la



vibrazione della forza esterna viene controbilanciata dall'oscillazione del peso 205 (figura 17).

Determinando appropriatamente il raggio di curvatura R del binario di guida 203, è possibile porre il periodo naturale del peso di smorzamento 205 uguale a quello della struttura 201. Il periodo naturale T del corpo di smorzamento è dato dall'equazione $T = 2\pi (R/g)^{1/2}$ in modo tale che viene determinato dal raggio R del binario di guida 203. R viene ottenuto se è noto il periodo naturale della struttura 201. Il corpo di smorzamento 104 esegue un'oscillazione armonica singola con un periodo naturale determinato da questo R . La struttura 201 ed il peso di smorzamento 205 risuonano l'uno con l'altro cosicchè il peso di smorzamento 205 oscilla in una corsa sufficientemente grande.

Il peso di smorzamento 205 potrebbe oscillare in una corsa troppo grande poichè risuona con l'edificio 201. Tuttavia, l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni della presente invenzione è dotata di uno smorzatore magnetico I per impedire l'oscillazione eccessiva del peso di smorzamento 205. Specificatamente, se i magneti 208 generano un flusso magnetico ed il peso 205 oscilla, la piastra 207 fissata alla faccia inferiore del peso 205 passa attraverso il flusso magnetico. Questo movimento genera un corrente indotta nella piastra 207 e dà origine ad una forza elettromagnetica (forza di frenatura) che è diretta in direzione opposta al movimento della piastra 207 (regola della mano destra di Fleming). Pertanto, il movimento di oscillazione del peso 205 viene frenato ed il peso 250 non si muove in una corsa eccessiva. L'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni della presente invenzione può non solo ridurre le vibra-

zioni dell'edificio 201 ma anche limitare la corsa eccessiva del peso 205. La forza di frenatura applicata al peso di smorzamento 205 viene controllata regolando il flusso magnetico dei magneti 208. Se i magneti 208 sono magneti permanenti, allora il numero dei magneti viene aumentato o diminuito e/o viene cambiata la posizione relativa della piastra 207 e dei magneti 208. La posizione relativa è come la piastra 207 è esposta al flusso magnetico. La figura 13A mostra la piastra 207 più esposta nel flusso magnetico e la figura 13B mostra la piastra 207 meno esposta nel flusso magnetico. Specificatamente, la piastra 207 viene abbassata e meno area della piastra 207 è rivolta verso i magneti 208 nella figura 13B rispetto alla figura 13A. La forza di frenatura applicata alla piastra 207 (cioè il peso di smorzamento 205) è maggiore in figura che in figura 13B. Il numero 250 indica una piastra di supporto per la piastra 207 ed il numero 252 indica un perno per tenere la piastra 207 ad un'altezza desiderata. La posizione o altezza della piastra 207 può essere regolata mediante il supporto 250 ed il perno 252. Le figure 13A e 13B mostrano un peso analogo a quello 104 mostrato in figura 2 (le ruote 105 ed i rulli laterali 110 sono omessi). Se i magneti 208 sono elettromagneti, allora la corrente di eccitazione applicata ad essi viene regolata per controllare la forza di frenatura contro il peso di smorzamento. Pertanto, una forza di frenatura appropriata viene applicata al peso di smorzamento 205. Questa unità di frenatura I è un'unità magnetica, non un'unità meccanica, ed ha una struttura semplice cosicchè la sua manutenzione è più agevole.

Si dovrebbe notare che la posizione dei magneti 208 e delle piastre 207 e 209 dello smorzatore magnetico I non è limitata a quella illustrata



nelle figure 6A e 6B. Le figure 7A-7G illustrano varie modifiche dello smorzatore magnetico I. Nella figura 7A, due magneti 208 sono fissati alle facce anteriore e posteriore di una singola piastra 209 che pende dal fondo del peso 205 e sono esposte a due piastre 207 che stanno sul telaio di base 202. In figura 7B, un singolo magnete 208 aderisce direttamente sul fondo del peso di smorzamento 205 ed una singola piastra 207 sta sul telaio di base 202 al di sotto del magnete 208, in modo tale che il magnete 208 e la piastra 207 sono affacciati verticalmente l'uno all'altro. Nella figura 7C, le posizioni del magnete 208 e della piastra 207 sono scambiate rispetto a quelle della figura 7B. Nella figura 7D, due piastre 207 pendono dal fondo del peso di smorzamento 205 e ciascuna piastra 207 è frapposta fra una coppia di magneti 208 fissati alle piastre di supporto 209 che stanno sul telaio di base 202. Due gruppi di smorzatori magnetici I sono previsti distanziati. Nella figura 7E, due gruppi di smorzatori magnetici I mostrati in figura 7A sono previsti distanziati. Nella figura 7F, una piastra 207 pende dal peso di smorzamento 205 ed un magnete 208 è rivolto verso la piastra 207. Il magnete 208 è fissato ad una piastra di supporto 209 che si estende verticalmente dal telaio di base 202. La figura 7G mostra una variante della figura 7F: la posizione del magnete 208 e della piastra 207 sono invertite.

La figura 7H illustra una variante del telaio e del peso di attenuazione. Come è illustrato, il telaio 200 è circolare in sezione trasversale ed il peso di attenuazione 205A ha pure la sezione trasversale circolare. E' previsto anche uno smorzatore magnetico I. Si dovrebbe notare che la sezione trasversale del telaio mostrato in figura 6B è sostanzialmente



rettangolare. Questo rettangolo è definito dal telaio di base 202, dai piedistalli 204, dai binari di guida 203, dai coperchi 210 e dalla piastra di sommità 211. Il peso di attenuazione 205 ha inoltre sezione trasversale rettangolare in figura 6B. In figura 7H, è impiegato un telaio tubolare 200 ed il peso 205A ha una forma che si adatta alla forma del telaio 200. Il peso di attenuazione 205A ha ad esempio nove rulli 206A (solamente tre sono illustrati in figura 7H) sulla sua parete periferica. Questi rulli 206A sono a contatto con la parete interna del telaio tubolare 200 e consentono al peso di attenuazione 205A di spostarsi di moto alternativo nel telaio tubolare 200 in direzione longitudinale al telaio 200 (una direzione perpendicolare al foglio del disegno della figura 7H). Lo smorzatore magnetico I può essere uno qualsiasi di quelli illustrati nelle figure 6B-7G. Nella figura 7H, è impiegato uno smorzatore magnetico analogo a quello illustrato in figura 6B: due magneti penetrano dal peso 205A ed una singola piastra 207B è posta fra di loro. Si dovrebbe notare qui che la piastra 207B è posizionata fra di loro. Si dovrebbe notare qui che la piastra 207B è fissata ad un'altra piastra 207A fissata sul telaio 200 e le piastre 207A e 207B sono congiunte da un perno 207C. La piastra 207B può essere intaccata dalla piastra 207A cosicchè l'altezza o posizione della piastra 207B rispetto ai magneti 205, è regolabile in questa forma di realizzazione. Il cambiamento della posizione relativa della piastra 207B dà origine a variazioni nella corrente indotta generata nella piastra 207B il che a sua volta cambia la forza di attenuazione che deve essere generata dallo smorzatore magnetico I. Una vista anteriore della forma di realizzazione illustrata in figura 7H è simile alla figura 6A. Il telaio 200 ha la sago-

ma di un arco la sua area centrale è più bassa delle estremità. Il telaio tubolare 200 rende l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni compatta.

Tutte le forme di realizzazione mostrate nelle figure da 7A a 7H funzionano in modo analogo alla forma di realizzazione delle figure 6A e 6B.

Si dovrebbe notare che nella vista frontale dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni, il numero del magnete 208 è solamente uno, come è meglio illustrato in figura 6A. Tuttavia, si può prevedere una pluralità di magneti 208 nella direzione longitudinale dei binari 203.

La figura 8 illustra un'altra variante della forma di realizzazione mostrata nelle figure 6A e 6B. Come in figura 6B, questa apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni ha un telaio di base 202 fissato su un edificio 201, pareti laterali 210, una copertura di sommità 21, una coppia di binari di guida paralleli 203 con piedistalli fissati sul telaio di base 202 ed un peso di smorzamento 205 avente ruote 206A e posti in modo mobile sui binari 203. La differenza è che non sono previsti magneti separati 208 e piastre 207: le ruote 206A servono come magneti ed i binari 203 servono come piastre 207. In altre parole, lo smorzatore magnetico I è formato da ruote 206A e dai binari di guida 203 nella figura 8. Questa disposizione non necessita di magneti 208 e piastre 207 separati cosicchè la struttura dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni diviene più semplice.

La figura 9 illustra ancora un'altra variante della forma di realizzazione mostrata nelle figure 6A e 6B. Una coppia dei binari di guida 203



in figura 6B è sostituita con una monorotaia 203a. Un peso 205 che ha una pluralità di ruote 206 scorre sulla monorotaia 203a ed è previsto uno smorzatore magnetico I sul fondo del peso 205. Lo smorzatore magnetico illustrato I è simile a quello mostrato in figura 7A (le posizioni dei magneti e della piastra sono invertite). Si dovrebbe notare che la forma di realizzazione mostrata in figura 9 può essere semplificata come quella mostrata in figura 8. Specificatamente, si possono impiegare ruote magnetiche 206 e la monorotaia 203a può servire come piastra 207. Nelle figure 6A, 6B e 9, ad elementi simili sono assegnati gli stessi numeri di riferimento. La monorotaia 203a rende compatta l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni.

Le figure 10A e 10B illustrano ancora un'altra modifica della forma di realizzazione mostrata nelle figure 6A e 6B. Invece dello smorzatore magnetico I fatto dai magneti 208 e dalle piastre 207, è prevista una piastra di resistenza dell'aria 213 fissata ad un elemento di supporto 2112 che pende dal fondo del peso di smorzamento 205. La piastra di resistenza dell'aria 213 si estende in una direzione perpendicolare ad una direzione in cui si sposta il peso di smorzamento 205. In breve, in questa forma di realizzazione si utilizza uno smorzatore aerofisico. La piastra di resistenza all'aria 213 impedisce che il peso di smorzamento 205 oscilli in una corsa eccessiva. La resistenza all'aria esercitata dalla piastra 213 viene regolata cambiando la forma della piastra 213, aumentando/diminuendo il numero di piastre 213 e/o praticando un'apertura nella piastra 213. Di conseguenza, al peso di smorzamento 205 si può applicare una forza di smorzamento appropriata.



Le figure 11A e 11B illustrano una variante della forma di realizzazione mostrata nelle figure 10A e 10B. Invece della piastra di resistenza all'aria 213, all'elemento di supporto 212 è fissata un'elica o ventola 214. Quando si sposta il peso 205, l'elica 214 genera un vento che impedisce che il peso 250 oscilli in una corsa eccessiva. Il numero di eliche 214 e/o la forma dell'elica 214, possono essere cambiati per controllare la forza di smorzamento applicata al peso 205. L'elica 214 può essere montata su una parte arbitraria del peso 205 (ad esempio su una superficie superiore del peso) posto che ciò non influenzi un movimento corretto del peso 205 sui binari 203. L'elica 214 può essere un'elica a passo variabile. In questo caso, le direzioni delle pale dell'elica 214 possono essere cambiate in modo tale da poter pure cambiare la forza di attenuazione.

Le figure 12A e 12B illustrano varianti dei binari di guida 203. Ciascun binario di guida 203 mostrato nelle forme di realizzazione precedenti, è costituito da un singolo elemento e definisce un arco completamente liscio, ma può essere formato da una pluralità di segmenti diretti come mostrato nella figura 12A oppure da una coppia di segmenti arcuati come mostrato in figura 12B, posto che il peso 205 sia in grado di spostarsi correttamente sul binario 203.

Si dovrebbe notare che la monorotaia 203a mostrata nella figura 9 può essere impiegata nelle forme di realizzazione mostrate nelle figure 10A e 10B e nelle figure 11A e 11B.

Si dovrebbe inoltre notare che l'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni, può essere adatta a ruotare attorno al suo asse verticale Y (figura 6A). Se lo si desidera, una piattaforma girevole può essere previ-



sta fra l'edificio 201 ed il telaio di base 202 dell'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni (figura 15B). Con la piattaforma girevole, l'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni può trattare vibrazioni in qualsiasi direzione o ruotandosi attorno all'asse verticale Y.

Si dovrebbe notare che l'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni della presente invenzione può essere applicata ad una qualsiasi struttura diversa da edifici. Si dovrebbe inoltre notare che ulteriori modifiche e cambiamenti possono essere realizzati senza allontanarsi dallo spirito e dall'ambito di protezione della presente invenzione.

Le figure 14A e 14B illustrano un'imbarcazione 300 che è dotata di un'apparecchiatura 302 di smorzamento delle vibrazioni della presente invenzione. L'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 può essere una di quelle mostrate nelle figure da 1 a 13B. Nelle figure 14A e 14B, l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 è montata sul tetto di una cabina 304 dell'imbarcazione 300. Si dovrebbe notare che la posizione dell'apparecchiatura di smorzamento di vibrazione 302 è arbitraria posto che non coincida con il baricentro G dell'imbarcazione. Ad esempio, l'apparecchiatura 302 può essere posta a prua, a poppa, sul ponte 306 o sul fondo dell'imbarcazione. In generale, più distante è la posizione dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni dal baricentro G dell'imbarcazione, e maggiore è l'effetto di smorzamento delle vibrazioni se il peso di smorzamento è costante. Inoltre, l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 non necessariamente è posizionata sulla linea centrale longitudinale dell'imbarcazione 300. Specificatamente, l'apparecchiatura 302 può essere sul lato sinistro o sul lato destro. Se l'apparec-



chiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 è caricata sulla barca sul lato sinistro, allora sul lato a dritta deve essere posto un contrappeso. Il peso di controbilanciamento è determinato alla luce dell'equilibrio dei momenti in modo tale da essere maggiore o minore dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 oppure uguale a esso.

L'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 può essere girevole attorno al suo asse verticale Y. Se è girevole, l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 che si estende in direzione longitudinale all'imbarcazione come mostrato in figura 14B può avere un assetto come mostrato in figura 15A. Al fine di cambiare la direzione dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302, una piattaforma girevole 310 (figura 15B) è posta fra il tetto della cabina 304 e l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302. L'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 è fissata sulla piattaforma girevole 310 e la piattaforma 310 può ruotare rispetto al tetto 304. La piattaforma 310 consente all'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 di trattare vibrazioni (onde) in qualsiasi direzione. La rotazione dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 può essere effettuata a mano o mediante un meccanismo di azionamento noto (ad esempio un'unità di azionamento idraulica). Se la piattaforma girevole 310 deve essere girata a mano, una singola apertura può essere formata nella piattaforma girevole 310 ed una pluralità di aperture coniugate può essere formata nel tetto 304. Le aperture nel tetto 304 possono essere fatte in posizioni di 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90°, rispetto alla direzione longitudinale dell'imbarcazione 300. L'equipaggio dell'imbarcazione inserisce un perno nell'apertura della



piattaforma 310 ed una delle aperture coniugate del tetto 304 per fissare la direzione dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302.

Si dovrebbe notare che l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 potrebbe non essere posta direttamente sull'imbarcazione 300. Ad esempio, potrebbe essere posta su una torretta 308 ritta sul ponte 306 come illustrato in figura 16.

La figura 17 illustra la relazione di movimento (o fase di oscillazione) fra l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni (peso di smorzamento), l'imbarcazione (struttura) e le onde (forza esterna). In questa illustrazione, la linea intera indica le onde, la linea tratteggiata indica l'imbarcazione e la linea a doppio tratto indica l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni. Come si comprende dalla figura 17, l'imbarcazione 302 vibra in una fase ritardata di 90° rispetto alle onde, e l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 vibra in una fase ritardata di 90° rispetto all'imbarcazione. Pertanto, vi è una differenza di fase di 180° fra le onde e l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni. Questo indica che l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 vibra in una fase che controbilancia le onde (forza esterna). Come risultato, la vibrazione della barca viene attenuata.

In quanto precede, il periodo naturale dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302, coincide con quello dell'imbarcazione 300. Tuttavia, se il numero delle persone sull'imbarcazione 300 dovesse essere tenuta in considerazione, il periodo naturale dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni 302 può essere più spostata di diversi % fino a diverse volte il 10% dal periodo naturale della barca. La ragione sarà



descritta con riferimento alle figure 18A-18D. I grafici mostrati nelle figure 18A-18D illustrano la relazione fra un ingrandimento di risposta (rapporto di ampiezza) " μ " dell'imbarcazione ed un periodo di vibrazione " T " dell'imbarcazione. L'asse verticale indica l'ingrandimento di risposta e l'asse orizzontale indica il periodo delle vibrazioni. " T_0 " rappresenta un periodo naturale dell'imbarcazione. L'ingrandimento della risposta è un rapporto di inclinazione (cioè ampiezza) dell'imbarcazione spinta da una forza esterna (onde) avente un certo periodo rispetto all'inclinazione dell'imbarcazione spinta dalla stessa forza esterna senza alcun periodo. La figura 18A illustra la relazione fra l'intensità della risposta ed il periodo di vibrazione dell'imbarcazione quando l'imbarcazione non è dotata dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni della presente invenzione. In altre parole, la figura 18A mostra l'ingrandimento di risposta di una struttura quando il numero dei gradi di libertà vibrazionali è uno. Pertanto, la curva dell'ingrandimento di risposta ha solamente un picco. La figura 18B illustra la curva di ingrandimento di risposta quando l'imbarcazione è dotata dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni. Se l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni è caricata sull'imbarcazione, il numero di gradi di libertà del sistema totale diviene 2 secondo una legge fisica. Pertanto, l'ingrandimento della risposta dell'imbarcazione ha due picchi come illustrato in figura 18B. Inoltre, se il periodo naturale dell'imbarcazione e quello dell'apparecchiatura di smorzamento sono uguali, ingrandimento della risposta dell'imbarcazione traccia la curva illustrata in figura 18C. Specificatamente, se l'imbarcazione è dotata della apparecchiatura di smorzamento delle vibra-



zioni e l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni viene attuata con lo stesso periodo naturale dell'imbarcazione, allora l'ingrandimento della risposta dell'imbarcazione ha un'area sufficientemente bassa attorno a T_0 come è indicato dalle linee oblique. L'ingrandimento di risposta ha un valore minima in corrispondenza di T_0 . Questo significa che le vibrazioni dell'imbarcazione sono sopresse a sufficienza nell'area tratteggiata e l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni funziona efficacemente in questo intervallo. A $\pm \Delta T$ da T_0 (o in corrispondenza dei due picchi della curva), l'ingrandimento della risposta ha due valori massimi e l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni non può dimostrare un effetto di smorzamento soddisfacente. Se il periodo naturale dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni è più spostato, la curva di ingrandimento della risposta cambia forma come è illustrato in figura 18D. Specificatamente, il picco destro della curva mostrata in figura 18C è appiattito e l'area tratteggiata (cioè l'intervallo efficace dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni) è larga rispetto alla figura 18C. Di conseguenza, lo spostamento del periodo naturale dell'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni verso il lato più si traduce nell'allargamento dell'intervallo efficace dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni. La figura 18D illustra la curva quando persone stanno salendo a bordo dell'imbarcazione vuota. Quando le persone salgono su un'imbarcazione, viene spostata di più e l'ingrandimento di risposta dell'imbarcazione cambia da quello mostrato in figura 18C a quello mostrato in figura 18D. Come si comprende dalla figura 18D, l'ingrandimento della risposta varia fra i punti "a" e "b" (pertanto, anche se il numero del-



le persone sull'imbarcazione cambia, l'intervallo efficace dell'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni non diviene mai più piccolo di quello mostrato in figura 18c). Di conseguenza, si preferisce spostare di più preliminarmente il periodo naturale di un'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni da quello dell'imbarcazione per diversi percento fino a diverse volte 10%.

In pratica, si preferisce che il peso dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni sia da circa l'1,5% a circa il 2,0% del dislocamento dell'imbarcazione. Ad esempio, se il dislocamento delle imbarcazioni è di 2 tonnellate, il peso dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni è di circa 30-40 kg.

La figura 19 illustra i risultati di esperimenti sul rollio dell'imbarcazione dotata della apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni della presente invenzione. La linea intera indica il rollio quando l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni non viene azionata, mentre la linea con un punto singolo indica il rollio quando era azionata l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni. In questo esperimento, il dislocamento delle imbarcazioni era di 2,5 tonnellate, la sua lunghezza era di 25 piedi, l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni pesava 76 kg, la sua lunghezza era 1.280 mm, la sua larghezza era 340 mm e l'altezza era di 360 mm.

Le figure da 20 a 23B illustrano la forma di realizzazione di un meccanismo di supporto del peso di smorzamento per una apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni avente peso oscillabile.

Le apparecchiature di smorzamento delle vibrazioni descritte sopra in

conformità con la presente invenzione impiegano un peso di smorzamento che eseguono una singola oscillazione armonica. Al fine di arrestare l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni per l'attivazione di una struttura (ad esempio le imbarcazioni) o per la manutenzione dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni, si dovrebbe arrestare il peso di smorzamento. Convenzionalmente, il peso di smorzamento viene ottenuto nel modo seguente: un foro passante è formato in una parete dell'alloggiamento del peso di smorzamento approssimativamente in corrispondenza del suo centro, una cavità coniugata è formata in una superficie del peso di smorzamento, un operaio della manutenzione o un membro dell'equipaggio aspetta finchè il peso non si arresta naturalmente al centro dell'alloggiamento (il punto più basso del percorso del peso definito nell'alloggiamento, e quindi l'operaio inserisce un perno nella cavità. Una finestrella di osservazione del peso di smorzamento o mezzi per rivelare la posizione del peso di smorzamento sono pure previsti poichè l'alloggiamento nel peso di smorzamento è in generale un alloggiamento chiuso. Con questo meccanismo convenzionale, tuttavia, l'operaio della manutenzione dovrebbe attendere finchè la struttura non diviene stazionaria naturalmente. E' in pratica impossibile o molto pericoloso inserire il perno di arresto verso il piede di smorzamento in movimento. Tuttavia, \la struttura dotata dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni può essere in movimento a causa dei venti e/o delle onde. In particolare, se la struttura è una imbarcazione sul mare, il peso difficilmente si arresta. Il peso dell'imbarcazione dovrebbe essere tenuto per garantire la navigazione corretta dell'imbarcazione durante la navigazione.

La presente invenzione fornisce un meccanismo di supporto di peso automatico che è anche in grado di intrappolare il peso oscillante.

Facendo riferimento alle figure 20 e 21, una apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni è prevista in cima ad una struttura 401. L'apparecchiatura di attenuazione delle vibrazioni ha un alloggiamento arcuato verso il basso 409 e un peso di smorzamento 404 posto in modo mobile all'interno dell'alloggiamento 409. L'alloggiamento 409 comprende una piastra inferiore o una piastra a binario 402 arcuata verso il basso, piastra anteriore e posteriore 407, una piastra di sommità 408 e piastre di estremità 406. Il peso di smorzamento 404 si muove verso destra e verso sinistra in figura 20 come un pendolo mentre la struttura 401 vibra. La direzione longitudinale dell'alloggiamento 409 coincide con la direzione in cui molto probabilmente vibra la struttura 401. La piastra inferiore 402 ha un raggio di curvatura predeterminato. L'alloggiamento 409 ha piedistalli 403 fissati sulla struttura 401. Le piastre di estremità 406 servono come piastre di fermo. Si dovrebbe notare che se la piastra inferiore 402 e le pareti laterali 407 sono sufficientemente lunghe, le piastre di estremità 406 possono non essere previste. Il corpo di smorzamento 404 ha ruote 405 sul suo fondo che rotolano sulla piastra di fondo o inferiore 402. Il corpo di smorzamento 404 ha inoltre ruote laterali 410 con le sue facce laterali che rotolano sulle piastre laterali 407 dell'alloggiamento 409.

Facendo riferimento alle figure 22, 23A e 23B, un foro passante 412 è formato nella parete anteriore 407 dell'alloggiamento 409 approssimativamente in corrispondenza del centro della parete anteriore 407 e un perno



di fermo 411 si adatta nel foro 412 in modo tale che l'estremità libera interna del perno di arresto 411 normalmente è all'interno dell'alloggiamento 409. Il perno di arresto o fermo 411 si estende in direzione perpendicolare alla parete laterale 407 ed è mobile nella stessa direzione. Un alloggiamento cilindrico 414 è fissato ad una superficie esterna della parete laterale 407 e il perno 411 si estende attraverso l'alloggiamento cilindrico 414. Una molla 415 (figura 23A) è posta nell'alloggiamento di perno 414 così che il perno di arresto o fermo 411 normalmente è sollecitato entro l'alloggiamento 409 del peso di smorzamento. L'alloggiamento del perno 414 ha una piastra di estremità 414A e il perno di arresto penetra in una apertura della piastra di estremità 414A. Questa apertura ha un attacco a una porzione asportata 416. Il perno di fermo 411 ha una sporgenza coniugata 417 che si adatta operativamente nella tacca 416. Quando il perno di fermo o arresto 411 deve essere arretrato dall'alloggiamento 409 per consentire al peso di smorzamento 404 di oscillare nell'alloggiamento 409, l'operaio della manutenzione tira il perno di fermo 411 in opposizione alla forza di sollecitazione esercitata dalla molla 415 finché la punta del perno di fermo 411 è fuori dall'alloggiamento 409. Durante questa operazioni, la sporgenza 417 sul perno di fermo 411 si sposta attraverso la tacca 416. La sporgenza 417 è formata in corrispondenza di una porzione di base del perno di fermo 411. Quando l'operaio della manutenzione tira il perno di fermo 411 egli ruota quindi il perno di fermo attorno al suo asse longitudinale così che il perno poggia sulla superficie esterna della piastra di estremità 416 dell'alloggiamento cilindrico 414 (figura 23B). Nella posizione arretrata, il perno di fermo 411 è trattenu-

to saldamente poichè la molla 415 esercita una forza di ritenzione. Pertanto, il perno di fermo 411 non è forzato nell'alloggiamento 409 del peso di smorzamento finchè una forza di sbloccaggio non viene intenzionalmente applicata al perno di fermo 411. La sporgenza 417, la tacca 416 e la piastra di estremità formano in combinazione un meccanismo di bloccaggio del perno. Se il peso di smorzamento 404 deve essere arrestato, allora si sblocca il perno di arresto 414 (figura 23A).

Facendo riferimento alla figura 23A, la parete laterale 407 dell'alloggiamento 409 del peso di smorzamento ha l'apertura 412 e questo lato del peso di smorzamento 404 ha un elemento o sporgenza di bloccaggio 419 che sporge orizzontalmente verso il perno di fermo 411. La sezione orizzontale della sporgenza 419 è generalmente triangolare come si comprende dalla figura 23A. La sporgenza 419 ha superfici inclinate 419A che si estendono nella direzione di oscillazione del peso di smorzamento 404. In corrispondenza della cima o vertice della sporgenza triangolare 419, è formata una cavità 418 che riceve il perno di fermo 411. Quando il perno di fermo 411 si adatta nella cavità 418, il peso di spostamento 404 viene trattenuto. Con riferimento alle figure 24A-24C si descriverà come il perno di fermo 411 è intrappolato nella cavità 418.

Quando l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni deve essere azionata e il peso di smorzamento 404 deve essere libero di muoversi, il perno di fermo 411 viene estratto dall'alloggiamento 409 e bloccato in posizione arretrata (figura 23B).

Quando si deve arrestare il peso di smorzamento 404 ad esempio per la manutenzione, si blocca il perno di fermo 411 così che esso sporge nel-

l'alloggiamento 409. Il perno di fermo 411 viene forzato nell'alloggiamento dalla molla 415. Se il peso di smorzamento 404 è già stazionario a causa del suo peso, il perno di fermo 411 viene ricevuto nella cavità 418 così che il peso di smorzamento 404 non può più muoversi. Se il peso di smorzamento 404 sta oscillando e si sta spostando verso il centro dell'alloggiamento 409, come è illustrato in figura 24A, la superficie inclinata 419a della sporgenza 419 fissata alla superficie laterale del peso di smorzamento 404 alla fine viene a contatto con l'estremità libera del perno di fermo 411 (figura 24B). Quindi, la punta del perno di fermo 411 scorre sulla superficie inclinata 419a (o sale sulla superficie inclinata 419a verso la cavità 418) mentre il perno di smorzamento 404 si muove ulteriormente. Durante questa operazione, il perno di fermo 411 viene spinto indietro elasticamente in direzione longitudinale in opposizione alla forza di sollecitazione come è indicato dalla freccia diretta verso il basso in figura 24B. Quando la punta del perno di fermo 411 raggiunge la sommità della sporgenza 419, il perno di fermo 411 viene forzato nella cavità 418 dalla forza della molla elicoidale 415 come è mostrato nelle figure 24C o 24A. In questa posizione, il peso di smorzamento 404 viene arrestato dal perno di arresto 411.

In questo modo semplicemente consentendo al perno di fermo 411 di sporgere nell'alloggiamento 409 del peso di smorzamento si ottiene la ritenzione automatica del peso di smorzamento oscillante 404. Pertanto, non sono necessari mezzi per osservare o rivelare la posizione del peso di smorzamento.

Si dovrebbe notare che la posizione di sostegno del peso di attenua-

zione 404 non è limitata al centro della piastra di fondo o inferiore 402. Ad esempio, il peso di attenuazione 404 potrebbe essere arrestato vicino ad una delle piastre di estremità 406 dell'alloggiamento 409 come è illustrato in figura 25. Specificatamente, il peso di attenuazione dell'oscillazione 404 può essere intrappolato alla fine della sua corsa. In tal caso, l'apertura 412 è formata nella parete anteriore 407 dell'alloggiamento 409 vicina alla piastra di estremità 407 e la sporgenza 419 avente solamente un lato inclinato 419 a e montata sulla superficie anteriore del peso di attenuazione 404. La pendenza 419A è formata sul lato della piastra di estremità 406 o sul lato esterno della cavità 418 poichè l'inclinazione o pendenza interna non è necessaria. La forma di realizzazione mostrata in figura 25 opera e trattiene il peso di attenuazione 204 come la forma di realizzazione mostrata nelle figure 20-24C.

Questa forma di realizzazione può essere particolarmente vantaggiosa se applicata ad una imbarcazione relativamente piccola. In generale, una imbarcazione più piccola non può installare l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni sulla sua linea centrale a causa delle sue dimensioni (cioè l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni è posta sul lato sinistro o sul lato destro). Il peso di smorzamento 404 può essere ottenuto al termine della sua corsa a destra o sul lato di destra se l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni è posta sul lato di sinistra. Questo rende il baricentro dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni il più vicino possibile alla linea centrale delle imbarcazioni il che a sua volta si traduce in un migliore equilibrio dell'imbarcazione navigante. La sporgenza 419 può essere un blocco separato montato sul peso

di smorzamento dopo la fabbricazione del peso di smorzamento oppure può essere una parte integrale del peso di smorzamento formata insieme con il peso di smorzamento. La piastra di sommità 408 dell'alloggiamento 409 può non essere prevista.

La figura 26 illustra una variante del meccanismo di supporto del peso di smorzamento secondo la presente invenzione. Il blocco 419 generalmente triangolare che ha la cavità 418 in corrispondenza della sua sommità e i due lati inclinati o pendenze 419A è montato su una superficie superiore (o una superficie inferiore) del peso di smorzamento 404 e il perno di fermo 411 con il suo meccanismo di bloccaggio è previsto su una posizione corrispondente. Questa modifica opera come le forme di realizzazione precedenti.

La figura 27 illustra un'altra modifica del meccanismo di supporto del peso di smorzamento. Questo meccanismo di supporto del peso è applicato ad una struttura di smorzamento delle vibrazioni che ha una disposizione diversa rispetto a quella mostrata nelle figure 20 o 26. Una coppia di binari paralleli arcuati o curvi verso il basso 423 è posta su una piastra inferiore 422 curva verso il basso e un peso di smorzamento 404 avente ruote è posto su questi binari 423. Se il peso di smorzamento 404 oscilla sui binari 423 in direzione longitudinale ai binari. Elementi di estremità 424 sono previsti in corrispondenza delle estremità longitudinali dei binari 423 per impedire che il peso di smorzamento cada via dai binari 423. Questi fermi 424 possono non essere previsti se i binari 423 sono sufficientemente lunghi. Il peso di smorzamento 404 ha un blocco 419 sulla sua faccia anteriore. Il blocco 419 ha una cavità 418 e due pendenze 419a. Una

staffa 425 si estende verticalmente dalla piastra inferiore 422 in corrispondenza del centro del bordo anteriore della piastra inferiore 422. Un perno di fermo 411 e il suo meccanismo di bloccaggio sono montati alla staffa 425. Il fermo 411, il suo meccanismo di bloccaggio e come il peso di smorzamento 424 viene arrestato dal perno di fermo 411 come nella forma di realizzazione mostrata in figura 20. Se il blocco 419 è montato sulla superficie di sommità del peso di smorzamento 404, si può utilizzare una staffa sagomata a L o a U. Se il blocco 419 è montato su una superficie inferiore del peso di smorzamento 404 può non essere prevista alcuna staffa e il perno 411 è previsto sulla piastra inferiore 422. Invece della coppia di binari 423 si può utilizzare una monorotaia.

Le figure 28A e 28B illustrano esempi di una estremità libera del perno di fermo 411 rispettivamente. Un cuscinetto a sfere 420 può essere fissato all'estremità libera del perno di fermo 411 come è mostrato in figura 28A oppure un rullo 421 può essere montato all'estremità libera del perno di fermo 411. Un elemento rotolante come ad esempio un cuscinetto a sfere 420 e il rullo 421 impediscono l'usura dell'estremità libera del perno di fermo 411 a seguito a contatto con la pendenza 419a della sporgenza 419 del peso di smorzamento 404 e garantisce un movimento di scorrimento liscio dell'estremità libera del perno di fermo 411.

Si dovrebbe rifare che la posizione di intrappolamento del peso di attenuazione 404 può essere determinata in modo arbitrario, che la sezione orizzontale della sporgenza 419 non è limitata al triangolo (ad esempio può essere pentagonale o semicircolare), la cavità 418 può essere formata nella pendenza 419a, non in cima alla sporgenza, e che la pendenza 419a



può avere una superficie curva. Inoltre, il meccanismo di bloccaggio del perno di fermo 411 può esser costituita da una apertura formata nel perno 411 e un perno di bloccaggio da inserire in questa apertura.

* * * * *



R I V E N D I C A Z I O N I

1. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni comprendente:

mezzi per definire un percorso di oscillazione arcuato verso il basso, il percorso o binario di oscillazione definendo mezzi aventi la prima e la seconda estremità longitudinale e essendo posti su una struttura vibrante, il binario di oscillazione avendo una direzione longitudinale;

una prima ed una seconda piastra di estremità previste rispettivamente in corrispondenza della prima e della seconda estremità longitudinale dei mezzi di definizione del binario di oscillazione;

un corpo di smorzamento delle vibrazioni posto in modo mobile sul binario di oscillazione in modo tale da poter oscillare naturalmente sul binario di oscillazione in direzione longitudinale del binario di oscillazione a seguito a vibrazioni della struttura, il corpo di smorzamento avendo una prima ed una seconda faccia di estremità in direzione longitudinale al binario di oscillazione e la prima faccia di estremità essendo diretta verso la prima piastra di estremità e la seconda faccia di estremità essendo diretta verso la seconda piastra di estremità;

un primo ed un secondo magnete montati sulla prima e sulla seconda piastra di estremità rispettivamente; e

un terzo e un quarto magnete montati sulla prima e sulla seconda faccia di estremità del corpo di smorzamento rispettivamente, il primo e il terzo magnete avendo la stessa polarità e il secondo e quarto magnete avendo la stessa polarità.

2. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni comprendente:

mezzi per definire un percorso di oscillazione curvo verso il basso,



i mezzi di definizione del percorso avendo estremità longitudinali ed essendo posti su una struttura vibrante, il binario di oscillazione avendo una direzione longitudinale;

piastre di estremità previste rispettivamente alle estremità longitudinali dei mezzi di definizione del percorso di oscillazione;

un corpo di smorzamento delle vibrazioni posto in modo mobile sul binario di oscillazione in modo tale da poter oscillare naturalmente sul binario o percorso di oscillazione in direzione longitudinale al binario di oscillazione a seguito a vibrazioni della struttura, il corpo di smorzamento avendo facce di estremità opposte in direzione longitudinale al binario di oscillazione; e

un primo ed un secondo elemento di ammortizzamento montati sulle piastre di estremità rispettivamente oppure sulle facce di estremità opposte del corpo di smorzamento rispettivamente.

3. Apparecchiatura per lo smorzamento delle vibrazioni comprendente:

mezzi per definire un percorso di oscillazione arcuato verso il basso, i mezzi di definizione del percorso o binario essendo posti su una struttura vibrante, il binario di oscillazione avendo una direzione longitudinale;

un corpo di smorzamento delle vibrazioni avente ruote e posto in modo mobile sul binario di oscillazione in modo tale da poter oscillare naturalmente sul binario di oscillazione nella direzione longitudinale del binario di oscillazione in seguito a vibrazioni della struttura; e

mezzi di frenatura magnetici per applicare una forza di frenatura al corpo di smorzamento delle vibrazioni, i mezzi di frenatura magnetici



comprendendo un elemento di generazione di forza magnetica montato sul corpo di smorzamento delle vibrazioni o sui mezzi di definizione del percorso o binario e un elemento associato montato sui mezzi di definizione di binario o sul corpo di smorzamento delle vibrazioni per essere attratto da una forza magnetica dell'elemento di generazione della forza magnetica.

4. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni comprendente:

mezzi per definire un binario di oscillazioni curvo verso il basso, i mezzi di definizione del binario essendo posti su una struttura vibrante, il binario di oscillazione avendo una direzione longitudinale ed essendo fatto da un materiale che viene attratto mediante una forza magnetica; e

un corpo di smorzamento delle vibrazioni avente ruote e posto in modo mobile su di un'area di oscillazione in modo tale da poter oscillare naturalmente sul binario di oscillazione in direzione longitudinale al binario di oscillazione a seguito alle vibrazioni della struttura, le ruote essendo fatte da un materiale che genera la forza magnetica.

5. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni comprendente:

mezzi per definire un binario di oscillazioni arcuato verso il basso, i mezzi di definizione del binario essendo posti su una struttura vibrante, il binario di oscillazione avendo una direzione longitudinale;

un corpo di smorzamento delle vibrazioni avente ruote e posto in modo mobile sul binario di oscillazione in modo tale da poter oscillare naturalmente sul binario di oscillazione in direzione longitudinale al binario di oscillazione a seguito a vibrazioni della struttura; e

un elemento di resistenza dell'aria montato sul corpo di smorzamento delle vibrazioni in modo tale che genera forze di frenatura contro il mo-



vimento del corpo di smorzamento delle vibrazioni.

6. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo la rivendicazione 5, in cui l'elemento di resistenza all'aria è una piastra o un'elica.

7. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni comprendente:

mezzi per definire uno spazio di oscillazione, lo spazio di oscillazione essendo curvo verso il basso ed avendo una direzione longitudinale, i mezzi di definizione dello spazio di oscillazione essendo fissati su una struttura vibrante ed avendo un'apertura;

un corpo di smorzamento delle vibrazioni mobile nello spazio di oscillazione in modo tale da poter oscillare naturalmente nello spazio di oscillazione nella direzione longitudinale dello spazio di oscillazione a seguito alle vibrazioni della struttura, il corpo di smorzamento avendo una superficie esterna;

una sporgenza formata sulla superficie esterna del corpo di smorzamento delle vibrazioni, la sporgenza estendendosi in una prima direzione perpendicolare ad una direzione in cui oscilla il corpo di smorzamento, la sporgenza avendo un picco ed almeno una pendenza inclinata verso la superficie esterna del corpo di smorzamento, la pendenza estendendosi verso la superficie esterna del corpo di smorzamento delle vibrazioni, nella direzione di oscillazione del corpo di smorzamento;

una cavità formata in corrispondenza del picco della sporgenza;

un perno di fermo mobile nella prima direzione;

un alloggiamento per il perno montato sul telaio per alloggiare il perno di fermo;



una molla posta nell'alloggiamento per il perno per sollecitare il perno di fermo verso il corpo di smorzamento nella prima direzione; e

un meccanismo di bloccaggio per tenere il perno di fermo fuori dallo spazio di oscillazione per consentire al corpo di smorzamento di oscillare liberamente nello spazio di oscillazione, il perno di fermo essendo forzato a sporgere nello spazio di oscillazione attraverso l'apertura del telaio dopo aver bloccato il perno, il perno di fermo essendo ricevuto direttamente nella cavità della sporgenza formata sul corpo di smorzamento se la cavità si sovrappone all'apertura al momento dello sblocco del perno, il perno di fermo risalendo per la pendenza della sporgenza ed essendo infine ricevuto nella cavità se la cavità non si sovrappone all'apertura al momento dello sblocco del perno.

8. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo la rivendicazione 7, in cui la sporgenza è formata su una superficie laterale, una superficie superiore od una superficie inferiore del corpo di smorzamento delle vibrazioni.

9. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni comprendente:

mezzi per definire uno spazio di oscillazione arcuato verso il basso, i mezzi di definizione dello spazio di oscillazione essendo fissati su una struttura vibrante, lo spazio di oscillazione avendo una direzione longitudinale;

un corpo di smorzamento di vibrazioni posto in modo mobile nello spazio di oscillazione in modo tale da poter oscillare naturalmente nello spazio di oscillazione in direzione longitudinale allo spazio di oscillazione a seguito delle vibrazioni della struttura, il corpo di smorzamento

avendo una superficie esterna;

una sporgenza formata sulla superficie esterna del corpo di smorzamento delle vibrazioni, la sporgenza estendendosi in una prima direzione perpendicolare ad una direzione in cui oscilla il corpo di smorzamento, la sporgenza avendo un picco ed almeno una pendenza inclinata verso la superficie esterna del corpo di smorzamento, la pendenza estendendosi verso la superficie esterna del corpo di smorzamento delle vibrazioni in direzione di oscillazione del corpo di smorzamento;

una cavità formata in corrispondenza del picco della sporgenza;

un perno di fermo mobile nella prima direzione;

un elemento per supportare in modo mobile il perno di fermo, l'elemento di supporto avendo un'apertura;

un alloggiamento di perno montato sull'elemento di supporto per alloggiare il perno di fermo;

una molla posta nell'alloggiamento del perno per sollecitare il perno di fermo verso il corpo di smorzamento nella prima direzione; e

un meccanismo di bloccaggio per tenere il perno di fermo fuori dallo spazio di oscillazione per consentire il corpo di smorzamento di oscillare liberamente nello spazio di oscillazione, il perno di fermo essendo forzato a sporgere nello spazio di oscillazione attraverso l'apertura dell'elemento di supporto in seguito a sbloccaggio del perno di fermo, il perno di fermo essendo ricevuto direttamente nella cavità della sporgenza formata sul corpo di smorzamento se la cavità si sovrappone all'apertura al momento dello sbloccaggio del perno di fermo, il perno di fermo risalendo lungo la pendenza della sporgenza ed essendo infine ricevuto nella cavità se la



cavità non si sovrappone all'apertura al momento dello sbloccaggio del perno di fermo.

10. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo la rivendicazione 9, in cui la sporgenza è formata su una superficie laterale, una superficie superiore od una superficie inferiore del corpo di smorzamento delle vibrazioni, ed i mezzi di definizione dello spazio di oscillazione servono come elemento di supporto se la sporgenza è formata sulla superficie inferiore del corpo di smorzamento delle vibrazioni.

11. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo la rivendicazione 7, 8, 9 o 10, comprendente inoltre un elemento rotolante all'estremità libera del perno di fermo.

12. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo la rivendicazione 7, 8, 9 o 10, in cui la sporgenza ha sezione trasversale approssimativamente a triangolo isoscele nella prima direzione e la cavità è formata in corrispondenza di un vertice del triangolo.

13. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo la rivendicazione 7, 8, 9 o 10, in cui l'alloggiamento del perno è previsto vicino ad una delle estremità longitudinali del binario di oscillazione.

14. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo una delle rivendicazioni da 1 a 10, in cui il periodo naturale dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni è spostato da un periodo naturale della struttura nella quantità compresa fra $\pm$ diversi % fino a $\pm$ diverse volte dieci % se l'apparecchiatura di montaggio delle vibrazioni è montata sulla struttura ed il grado di libertà del sistema vibrante totale diviene due.

15. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo la riven-

dicazione 14, in cui la struttura è un'imbarcazione, il periodo naturale dell'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni è spostato dal periodo naturale dell'imbarcazione di una quantità compresa fra + diversi % e diverse volte dieci %.

16. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 10, comprendente inoltre mezzi per far sì che la direzione longitudinale del binario di oscillazione o dello spazio di oscillazione coincidano con una direzione in cui vibra la struttura.

17. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo la rivendicazione 16, in cui i mezzi che coincidono con la direzione sono una piattaforma girevole prevista fra l'apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni e la struttura.

18. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 6, in cui i mezzi che definiscono il binario di oscillazione comprendono una piastra a binari, una coppia di binari paralleli od una monorotaia per definire il binario di oscillazione.

19. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 6, in cui i mezzi che definiscono il binario di oscillazione sono un elemento a piastra, un elemento ad angolo sagomato ad L, un elemento sagomato ad U, un elemento a parallelepipedo rettangolo o un elemento tubolare allungato in direzione longitudinale al binario di oscillazione.

20. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo la rivendicazione 7, 8, 9 o 10, in cui i mezzi di definizione dello spazio di



oscillazione comprendono una piastra a binario, una coppia di binari paralleli od una monorotaia.

21. Apparecchiatura di smorzamento delle vibrazioni secondo la rivendicazione 7, 8, 9 o 10, in cui i mezzi che definiscono lo spazio di oscillazione sono un elemento a piastra, un elemento ad angolo sagomato ad L, un elemento sagomato ad U, un elemento a parallelepipedo rettangolo od un elemento tubolare allungato nella direzione longitudinale del binario di oscillazione.

Il Mandatario:

- Dr. ~~Ing. Guido~~ MODIANO -



MI 96 A 00 77

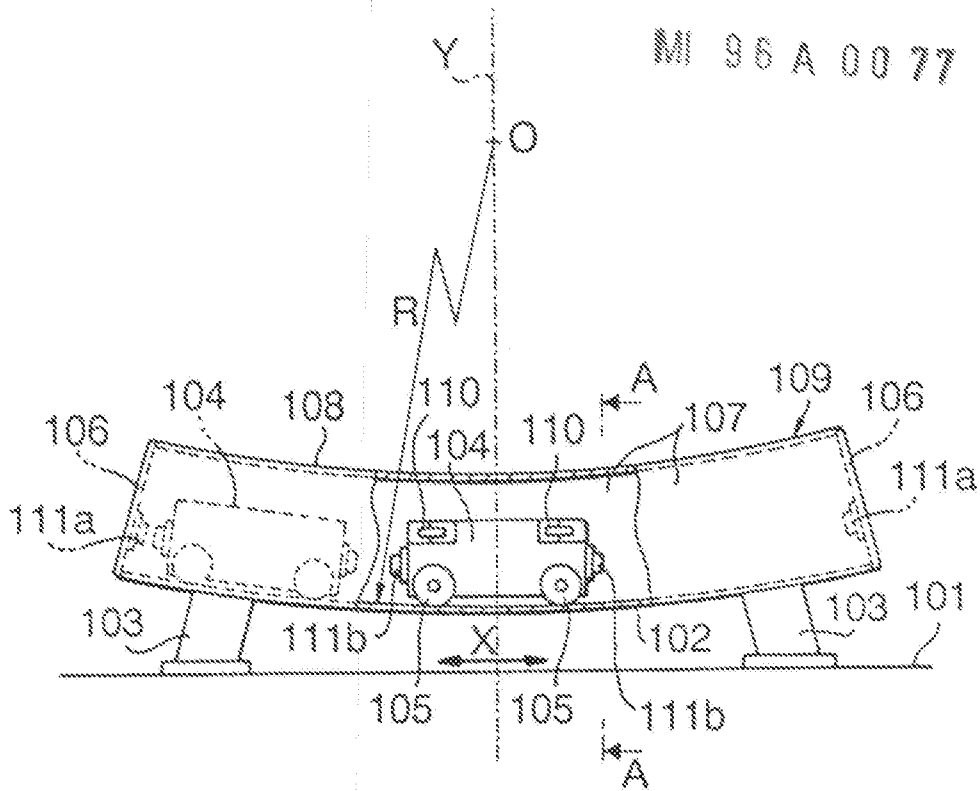


FIG. 1

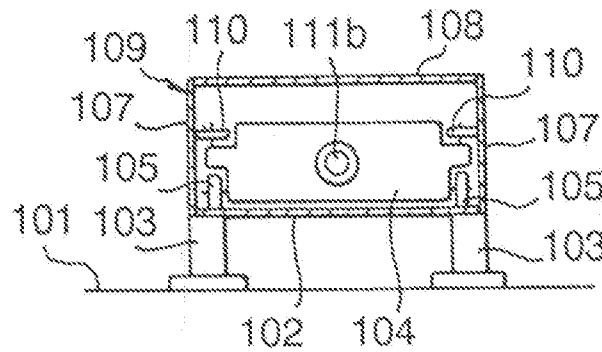


FIG. 2

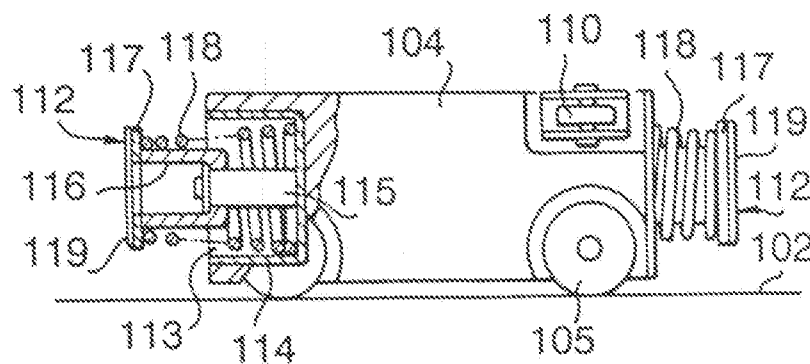


FIG. 3



MI 96 A 00 77

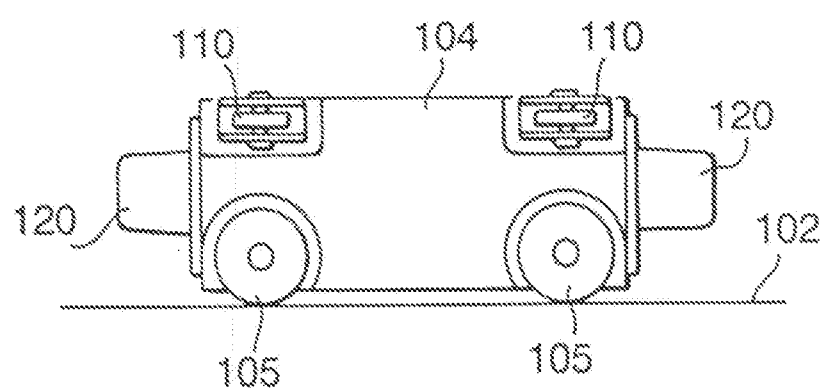


FIG. 4

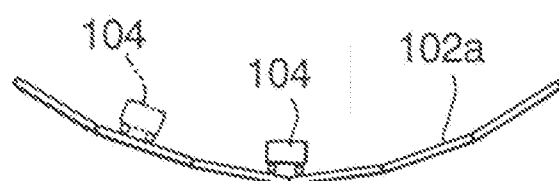


FIG. 5A



FIG. 5B

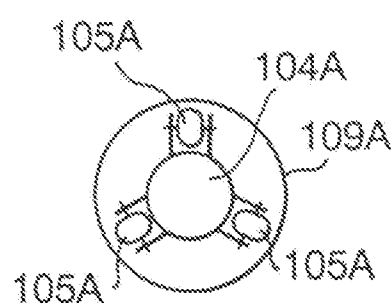
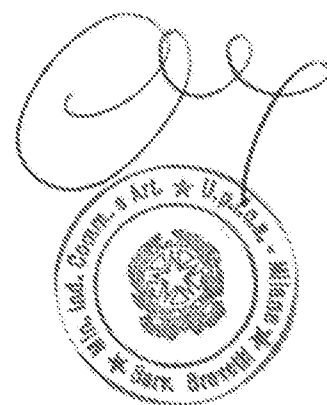


FIG. 5C



MI 96 A 00 77

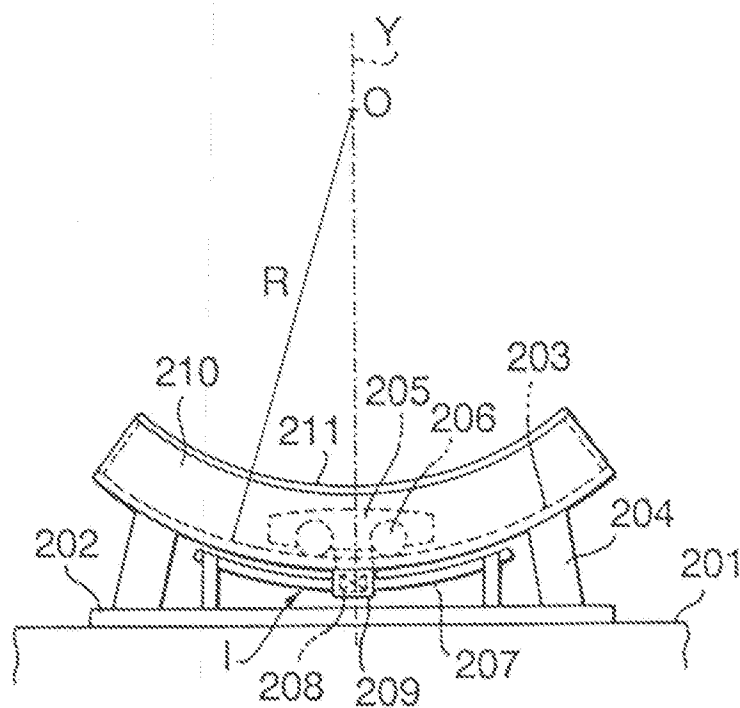


FIG. 6A

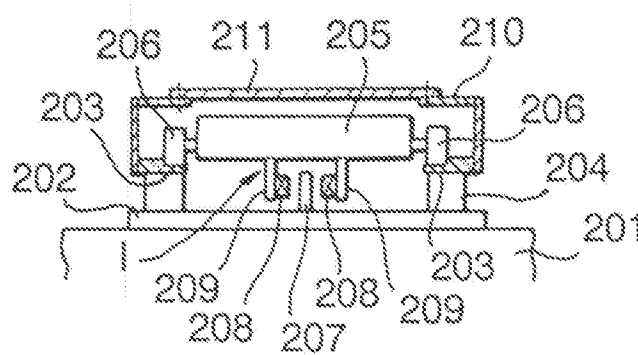


FIG. 6B



MI 96 A 00 77

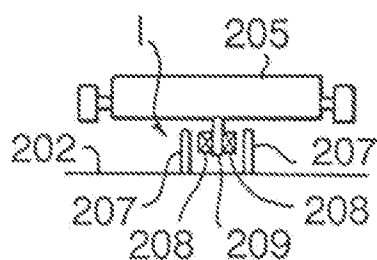


FIG. 7A

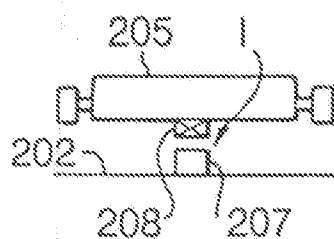


FIG. 7B

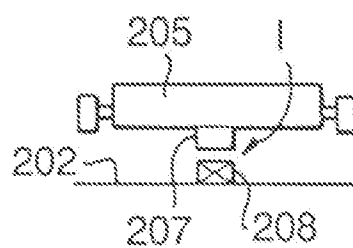


FIG. 7C

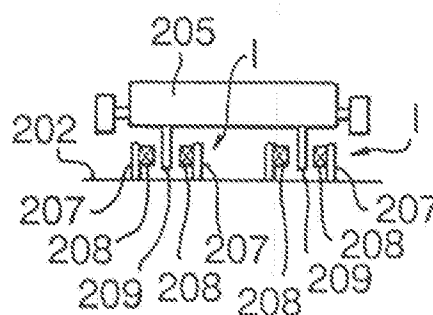


FIG. 7D

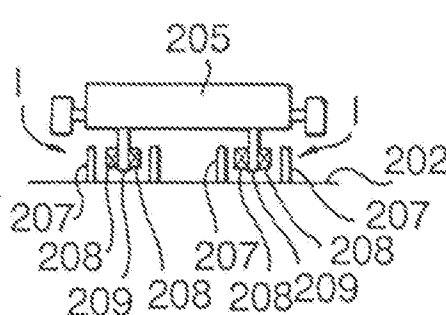


FIG. 7E

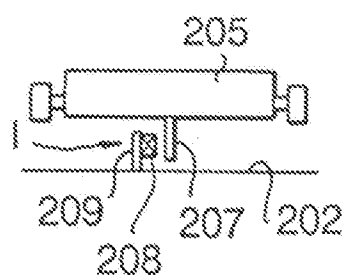


FIG. 7F

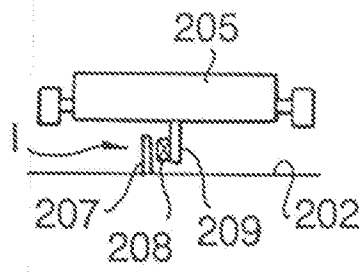


FIG. 7G

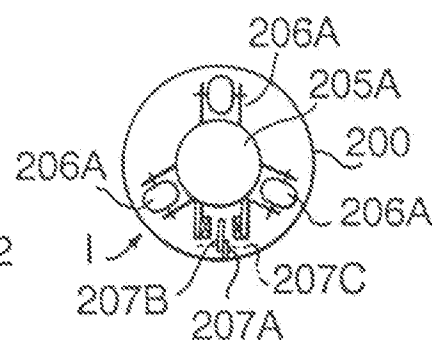


FIG. 7H

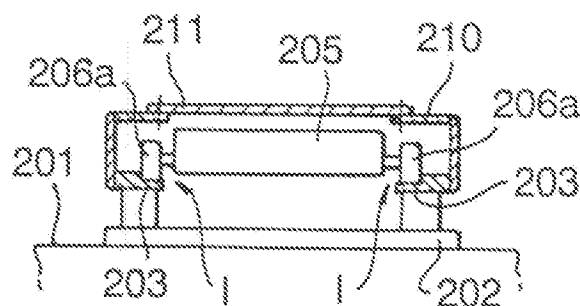
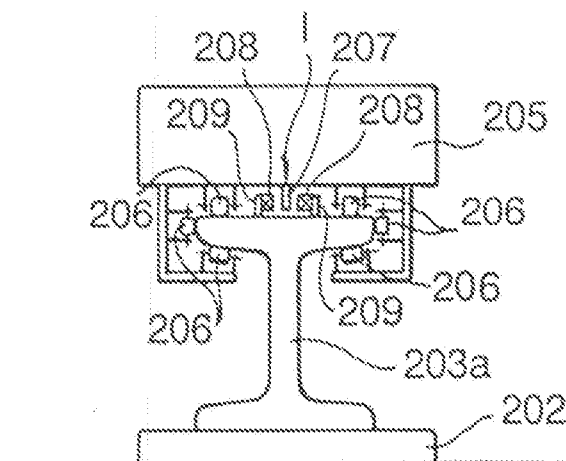


FIG. 8





MI 96 A 00 77

FIG. 9

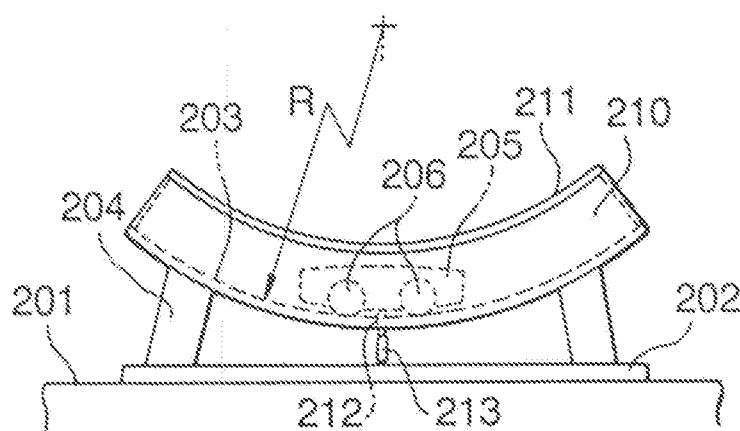


FIG. 10A

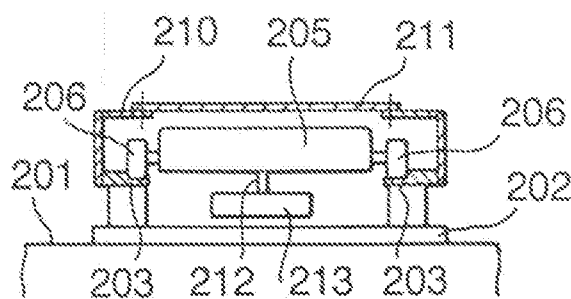


FIG. 10B



MI 96 A 00 77

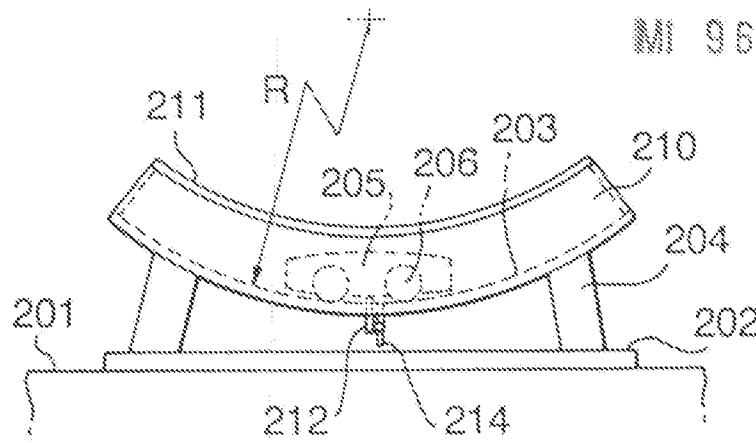


FIG. 11A

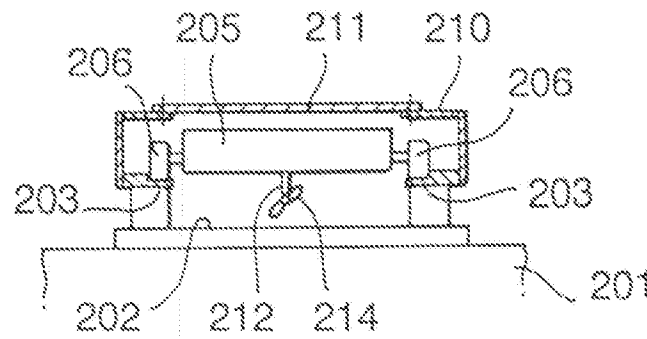


FIG. 11B

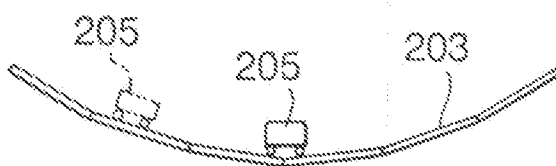
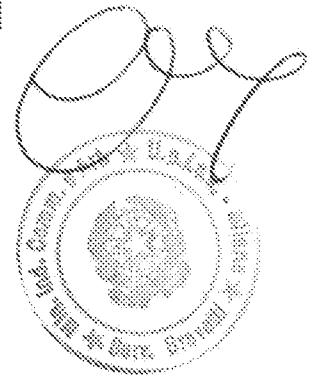


FIG. 12A

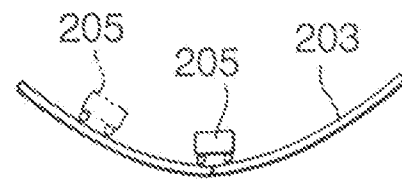


FIG. 12B



MI 96 A 00 77

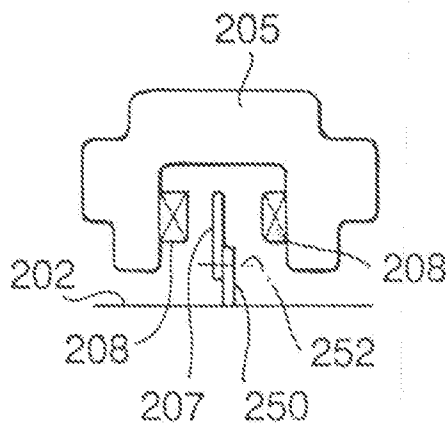


FIG. 13A

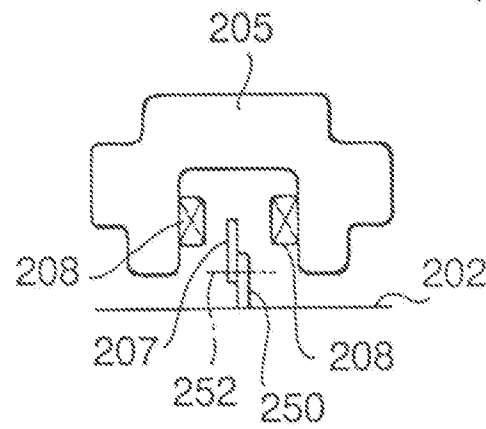


FIG. 13B

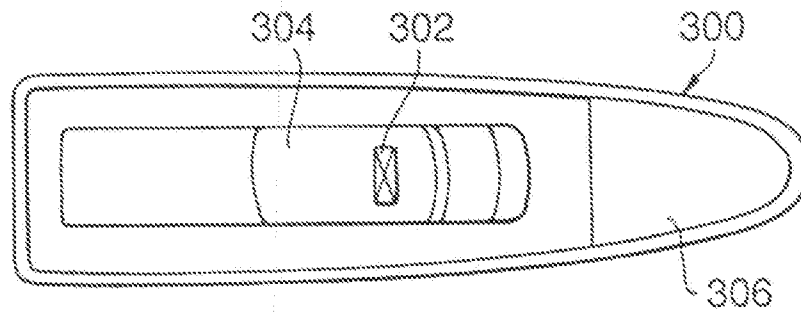


FIG. 14A

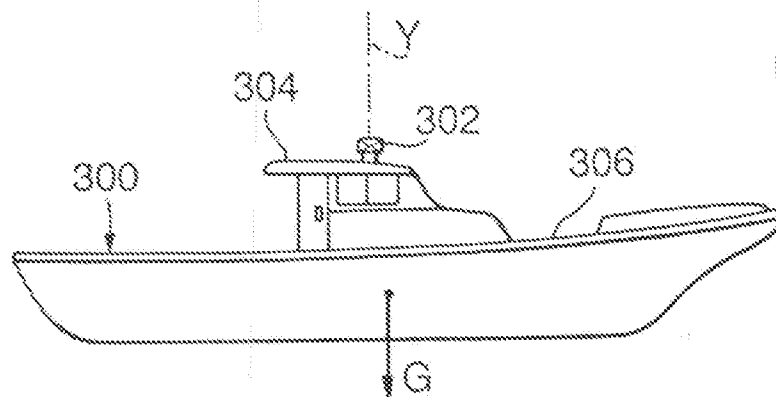


FIG. 14B



MI 96 A 00 77

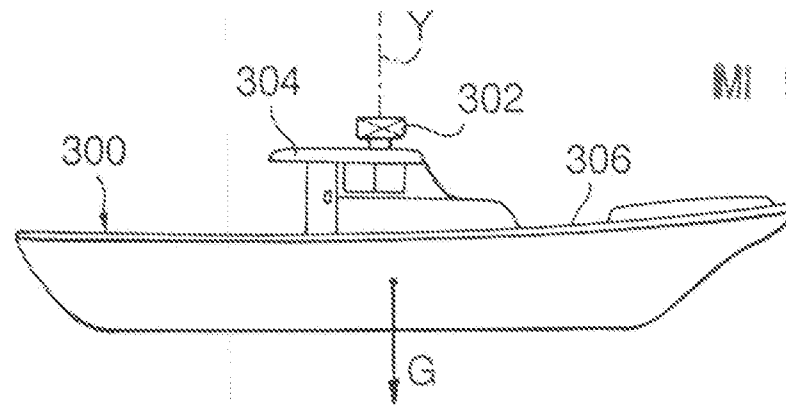


FIG. 15A

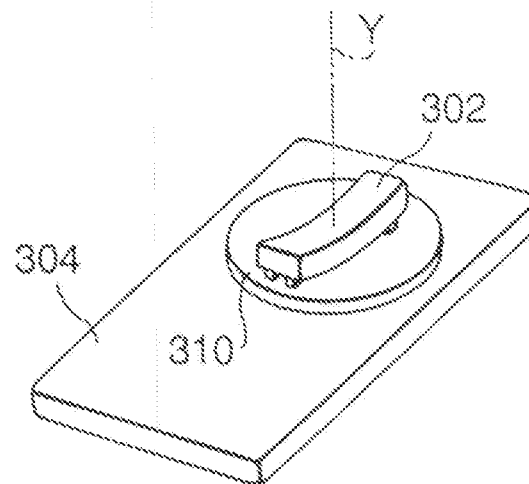


FIG. 15B

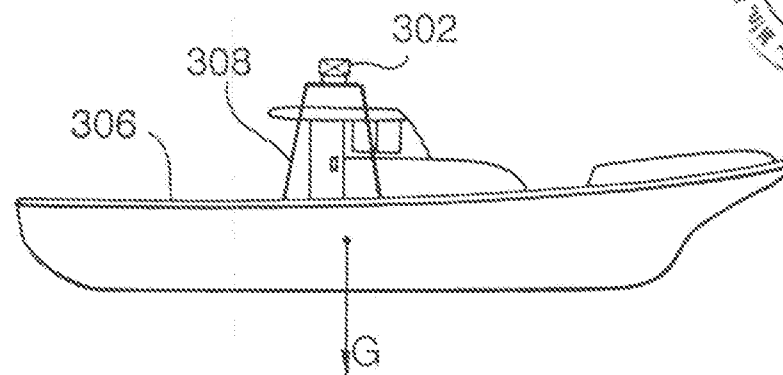


FIG. 16



RELAZIONE FRA L'APPARECCHIATURA DI SMORZAMENTO (PESO),
L'IMBARCAZIONE (STRUTTURA) E L'ONDA (FORZA ESTERNA)

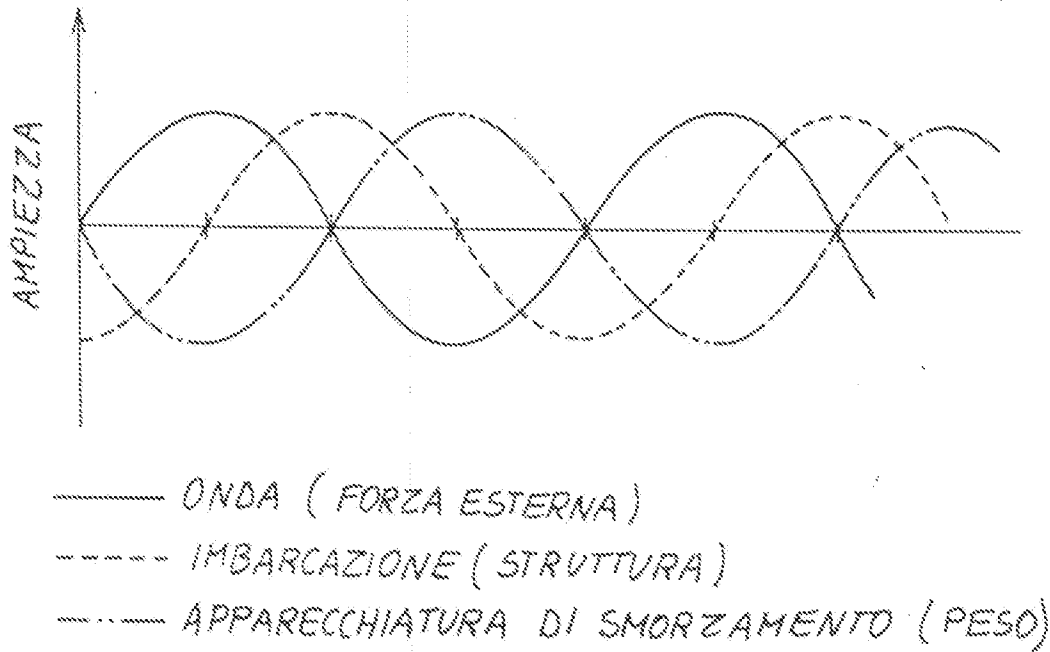


FIG. 17

RISULTATI DEGLI ESPERIMENTI

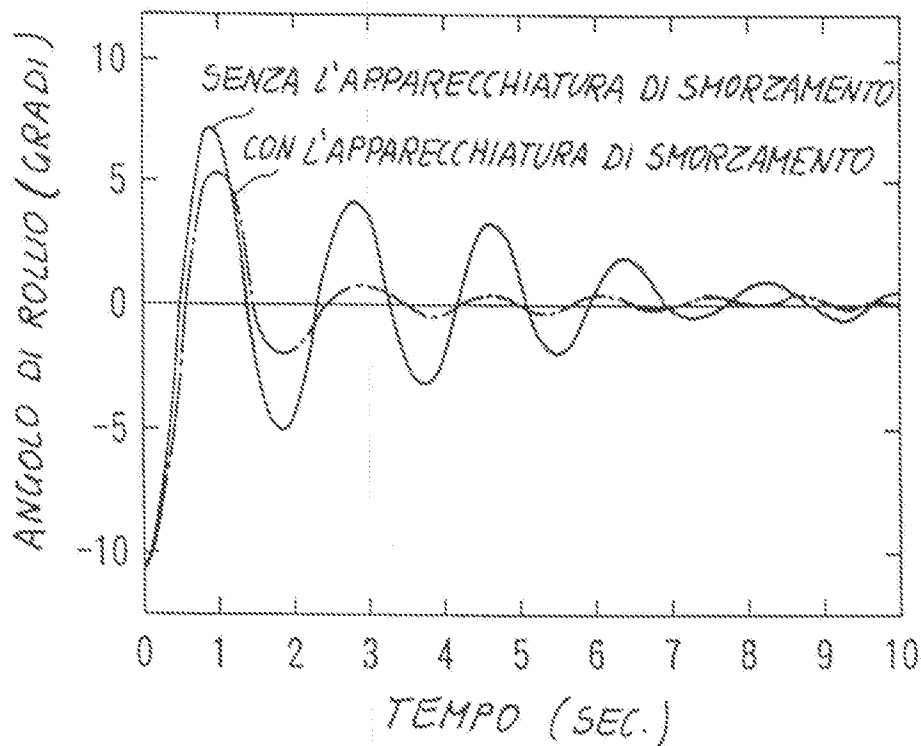


FIG. 19

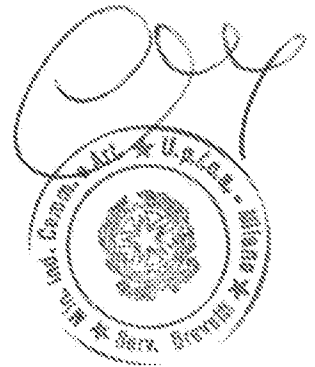


FIG. 18A

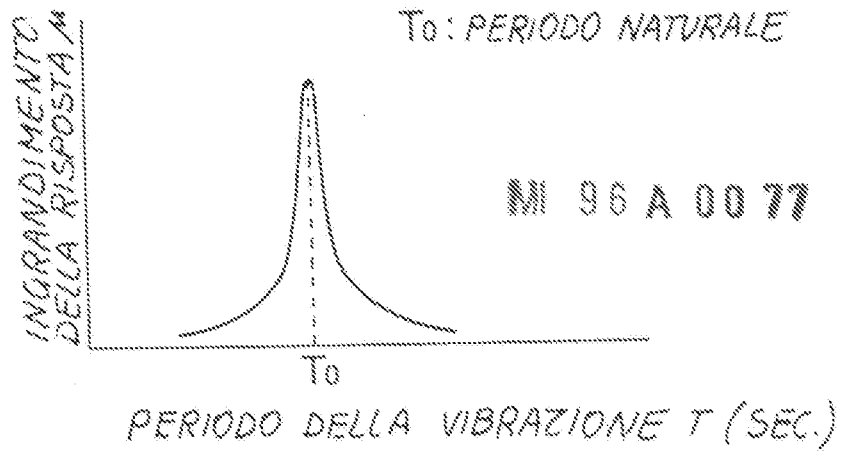


FIG. 18B

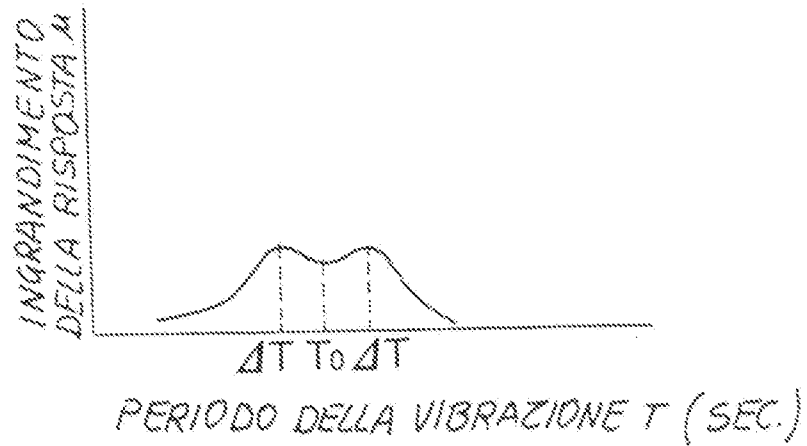


FIG. 18C

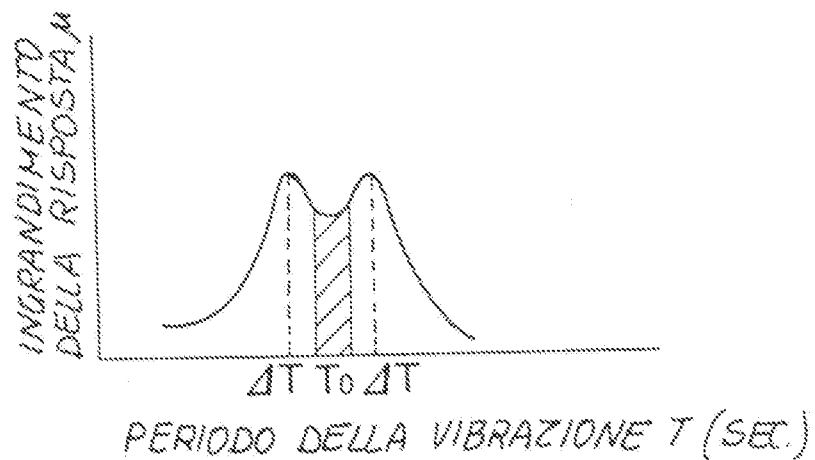
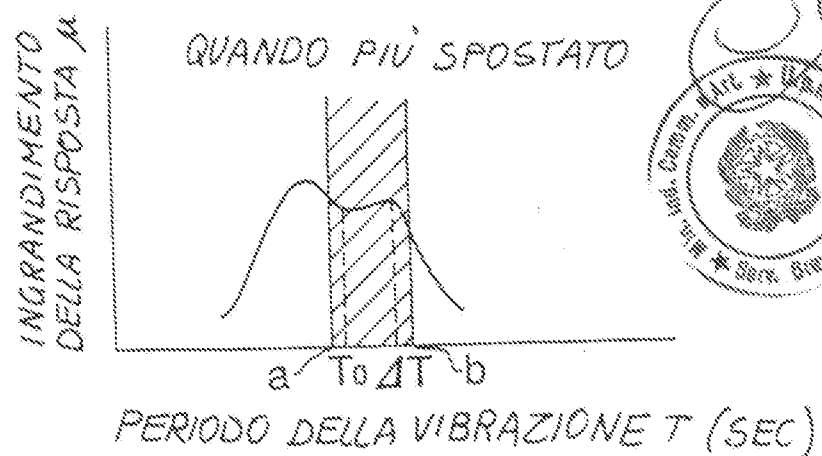


FIG. 18D



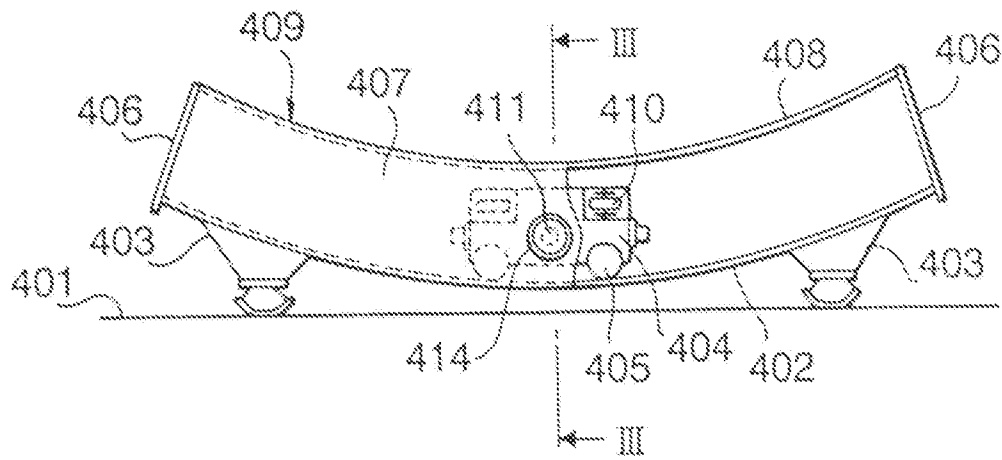


FIG. 20

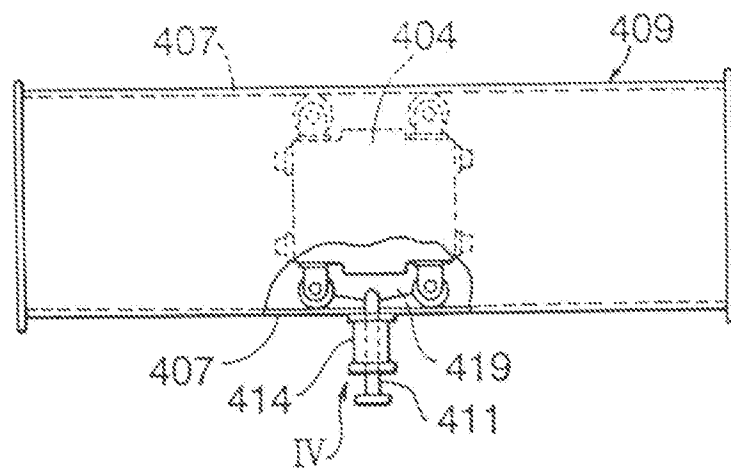


FIG. 21

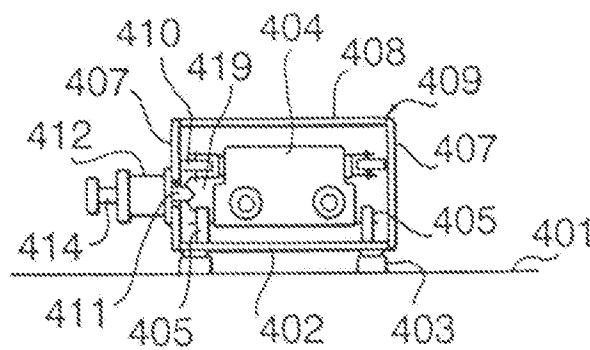


FIG. 22



MI 96 A 00 77

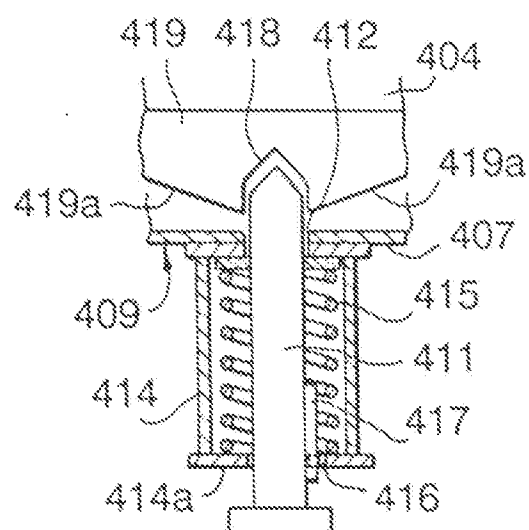


FIG. 23A

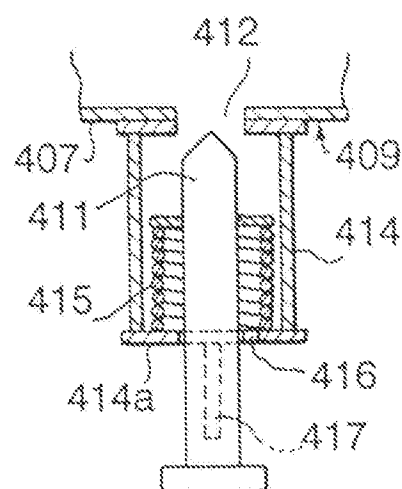


FIG. 23B

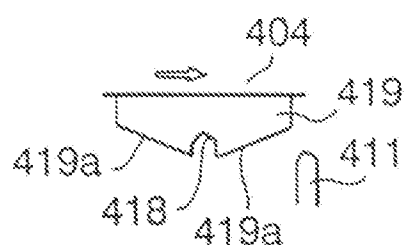


FIG. 24A

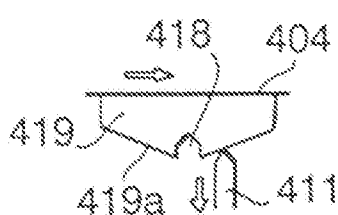


FIG. 24B

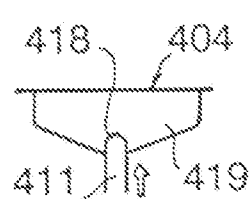


FIG. 24C

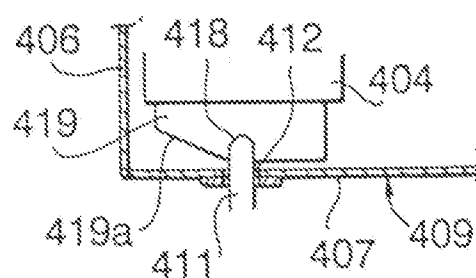
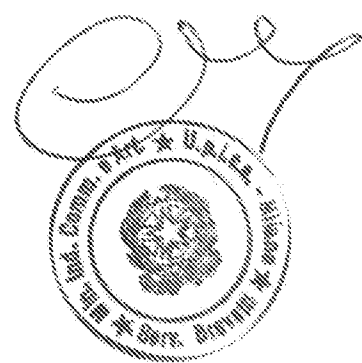


FIG. 25



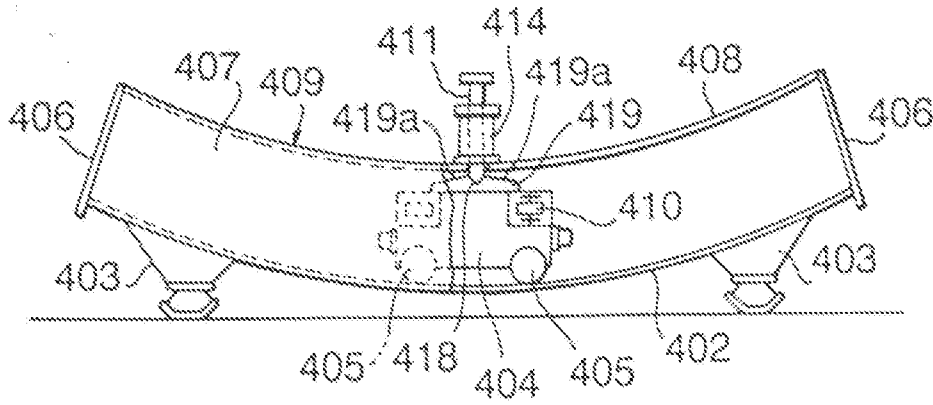


FIG. 26

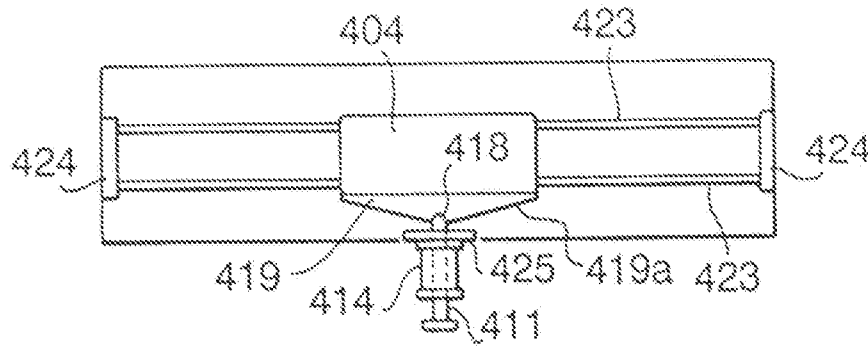


FIG. 27A

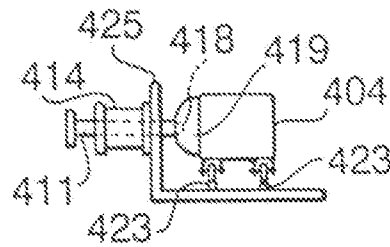


FIG. 27B



FIG. 28A

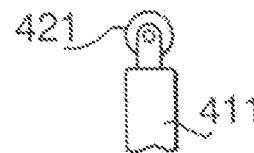
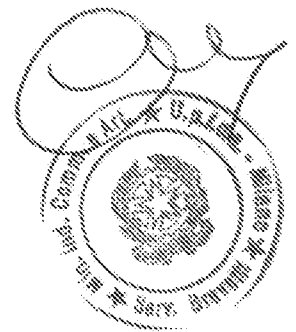
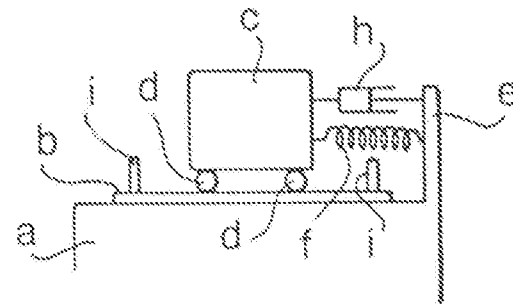


FIG. 28B





MI 96 A 00 77

FIG. 29

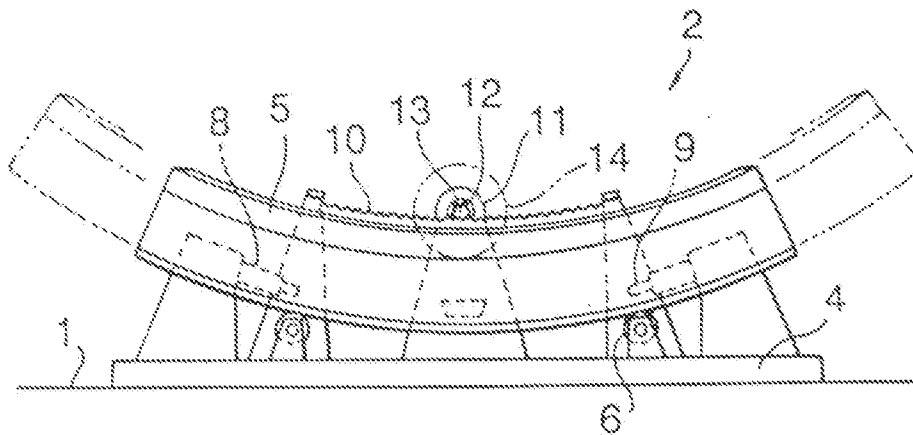


FIG. 30

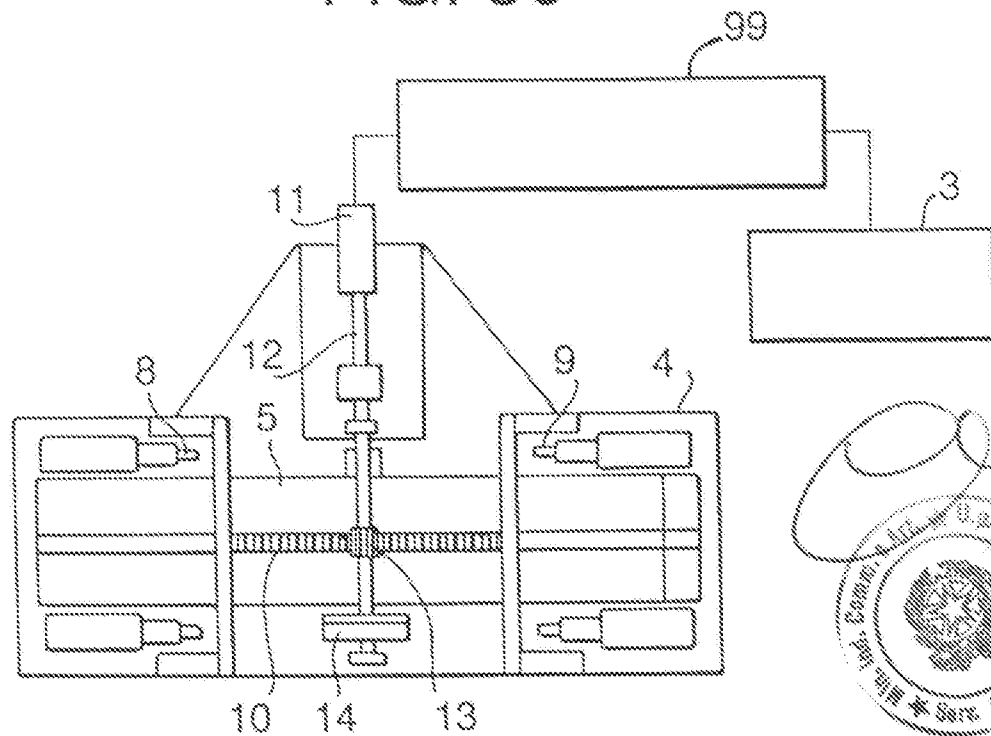


FIG. 31

