

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

AMORTISSEUR DYNAMIQUE ACCORDE ET PROCÉDÉ POUR RÉDUIRE
L'AMPLITUDE DES OSCILLATIONS

La présente invention concerne un amortisseur dynamique accordé (encore appelé TMD, pour « Tuned Mass Damper » en anglais).

De tels amortisseurs sont utilisés pour atténuer les vibrations d'une structure dans une plage restreinte de fréquences autour de la fréquence de résonance de la structure. Ces systèmes fonctionnent sur le principe de cycles de transferts entre énergies cinétique et potentielle, et d'une dissipation, notamment visqueuse, de l'énergie cinétique à chaque cycle.

Le principe a été appliqué initialement dans le brevet US 989 958 par H. Frahm en 1909 pour réduire les oscillations d'un navire.

Depuis, un grand nombre d'amortisseurs ont été proposés.

Certains, tel celui divulgué dans la publication CN 205153175, mettent en œuvre une première masse inertielle, mobile en translation, et une deuxième masse inertielle mobile en rotation autour d'un axe de rotation fixe, et dont le mouvement de rotation est commandé par une crémaillère se déplaçant avec la première masse inertielle. De tels amortisseurs sont limités à l'amortissement de vibrations verticales.

Il a été proposé dans la publication CN 203034632 un amortisseur comportant un volant d'inertie muni de pignons, mobile en rotation sur une double crémaillère, entre lesquelles le volant se déplace. Ainsi, le déplacement le long de la crémaillère du volant d'inertie s'accompagne d'une rotation de celui-ci sur lui-même, ce qui permet d'augmenter l'énergie cinétique en cumulant l'énergie cinétique dite de « translation », liée au déplacement le long de la crémaillère, et l'énergie cinétique de rotation du volant sur lui-même. Cet amortisseur est limité à l'amortissement de vibrations unidirectionnelles.

On connaît également des amortisseurs dits « pendulaires ».

De tels amortisseurs comportent une masse inertielle reliée par des suspentes à un bâti fixe lié à la structure dont on cherche à amortir les vibrations, et un système d'amortissement des oscillations.

Des exemples d'amortisseurs pendulaires sont décrits dans CN204458973U, CN103132628A, CN202954450U.

US 2013/0326969 divulgue un amortisseur pendulaire dans lequel l'amortissement du mouvement pendulaire de la masse inertielle est obtenu par des freins électromagnétiques à courants induits, afin de générer de l'électricité. Les suspentes sont

reliées au bâti fixe par des articulations configurées pour faire tourner des disques d'induit soumis à un champ magnétique. Les disques d'induit sont de très faible inertie et participent de façon négligeable à l'accumulation d'énergie cinétique de rotation, comparativement à l'énergie cinétique générée par la masse effectuant le mouvement pendulaire.

Dans les tours de grande hauteur notamment, où la surface de plancher utile coûte cher, un compromis doit être trouvé entre l'efficacité de l'amortisseur et son volume.

EP 474 269 divulgue un amortisseur dynamique comportant une masse inertielle supportée par deux tiges parallèles qui l'entraînent en déplacement parallèlement à elle-même, sans rotation sur elle-même relativement au bâti. Pour augmenter l'énergie cinétique, on doit augmenter la masse avec l'inconvénient de devoir renforcer mécaniquement les tiges, ce qui accroît le coût et l'encombrement de l'amortisseur.

D'autres amortisseurs sont divulgués dans JP 2000-74135, DE 10 2007 024 431 et US 5 005 326.

La présente invention vise ainsi à perfectionner encore les amortisseurs dynamiques accordés et plus particulièrement les amortisseurs pendulaires.

L'invention y parvient grâce à un amortisseur dynamique accordé pendulaire, comportant :

- un ensemble de suspentes à relier de façon articulée à un bâti fixe,
- un bâti mobile porté par les suspentes,
- au moins une masse inertielle portée par le bâti mobile ou par le bâti fixe,
- un système d'entraînement de la masse inertielle configuré pour transformer une variation de l'angle d'au moins une suspente par rapport au bâti mobile ou au bâti fixe en un mouvement relatif de la masse inertielle par rapport au bâti qui la porte.

Le mouvement relatif de la masse inertielle par rapport au bâti qui la porte est de préférence un mouvement de rotation sur elle-même.

L'invention permet d'accroître l'énergie cinétique globale en ajoutant à l'énergie cinétique liée au déplacement du pendule, celle du mouvement de la masse inertielle relativement au bâti qui la porte, notamment celle de rotation de la masse inertielle sur elle-même.

En augmentant la vitesse de rotation, on peut augmenter l'énergie cinétique de rotation sans avoir à augmenter la masse et l'encombrement de l'amortisseur.

L'orientation de la masse inertielle par rapport au bâti peut changer au cours du temps par rapport au bâti du fait de sa rotation sur elle-même. La masse inertielle peut tourner sur elle-même sur plus de 180°, mieux sur plus de 360° autour d'un axe de rotation propre au cours du fonctionnement de l'amortisseur. De préférence, la masse inertielle est portée par le bâti mobile.

On peut ainsi diminuer le poids de la masse inertielle sans diminuer l'énergie cinétique globale par rapport à une masse inertielle fixe par rapport au bâti mobile, et diminuer le poids du pendule, ce qui facilite sa mise en place en haut d'une tour de grande hauteur notamment.

Le système d'entraînement comporte avantageusement un mécanisme démultiplicateur. Ainsi, une faible variation angulaire des suspentes peut être convertie en un mouvement de rotation de la masse inertielle sur elle-même significatif.

Le système d'entraînement peut comporter un engrenage menant, guidé en rotation relativement au bâti mobile, et auquel est accrochée une suspente. Cet engrenage menant peut engrener avec un engrenage mené, guidé en rotation par le bâti mobile et tournant avec la masse inertielle.

En variante, le système d'entraînement comporte au moins une crémaillère. Cette dernière est par exemple accrochée à ses extrémités à des suspentes. Le système d'entraînement peut comporter un pignon tournant avec la masse inertielle et engrenant sur la crémaillère.

Dans un exemple de mise en œuvre, l'amortisseur comporte un pignon engrenant sur la crémaillère et entraînant par le biais d'un mécanisme adapté, notamment d'un renvoi à engrenages coniques, la masse inertielle, cette dernière ayant de préférence un axe de rotation vertical lorsque l'amortisseur est au repos.

L'amortisseur peut notamment comporter deux crémaillères parallèles et une paire de pignons engrenant sur ces crémaillères et couplés à un même arbre d'entraînement de la masse inertielle.

Dans un autre exemple de mise en œuvre, le bâti mobile comporte un premier et un deuxième châssis, les suspentes étant accrochées au premier châssis et étant couplées au deuxième châssis de telle sorte qu'un mouvement angulaire des suspentes par rapport à la verticale s'accompagne d'un déplacement du deuxième châssis relativement au premier. La masse inertielle est reliée aux châssis de telle sorte que le mouvement relatif des châssis

l'un par rapport à l'autre s'accompagne d'un mouvement de rotation de la masse inertielle relativement aux châssis. La masse inertielle peut être reliée par des rotules aux châssis.

L'amortissement des mouvements de la masse inertielle ainsi que de ceux du bâti mobile peuvent s'effectuer de diverses façons, en cherchant ou non à récupérer l'énergie cinétique de façon à produire de l'électricité.

Dans un exemple de mise en œuvre de l'invention, l'amortisseur dynamique accordé comporte un ou plusieurs amortisseurs visqueux, lesquels peuvent être disposés de diverses façons selon la structure de l'amortisseur. Par exemple, les châssis inférieur et supérieur précités sont reliés par des amortisseurs visqueux.

Dans des exemples de mise en œuvre de l'invention, l'amortisseur dynamique accordé comporte au moins un frein à frottement ou à induction.

L'amortisseur peut être unidirectionnel mais de préférence il est bidirectionnel. Il peut comporter deux masses inertielles au moins, tournant autour d'axes de rotation respectifs perpendiculaires entre eux, ou en variante coaxiaux et orientés verticalement lorsque l'amortisseur est au repos.

Dans des variantes de réalisation, l'amortisseur dynamique accordé comporte quatre volants d'inertie, les volants d'inertie diamétralement opposés tournant autour d'axes de rotation parallèles.

Le poids de la masse inertielle peut être tel que le rapport ECR/ECT de l'énergie cinétique nominale de la masse inertielle en rotation sur elle-même à l'énergie cinétique nominale en translation soit compris entre 0,4 et 100, mieux entre 0,4 et 10.

L'amortisseur dynamique accordé est normalement prévu pour fonctionner pour des charges de vent, sismiques ou autres, relativement fréquentes, pour lesquelles on cherche à maintenir un niveau de confort donné, voire à garder un niveau de contrainte en dessous d'une certaine limite. Dans le cas de tours de grande hauteur, l'amortisseur dynamique accordé peut être mis en butée à cause de conditions exceptionnelles de vents, sismiques ou autres, qui sont rares. Par « nominale », il faut comprendre dans les conditions normales d'utilisation de l'amortisseur, c'est-à-dire entre les sollicitations minimale et maximale d'emploi. La sollicitation maximale peut correspondre à une sollicitation limite avant une mise en butée contre un système de protection relatif aux sollicitations accidentelles.

Un rapport compris entre 0,4 et 10 est préféré pour des masses conséquentes, typiquement supérieures à 10^3 kg.

La masse inertielle peut être de poids supérieur ou égal à 10^2 kg, mieux à $5 \cdot 10^2$ kg, encore mieux à 10^3 kg.

5 L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un ouvrage de génie civil, notamment une tour ou une passerelle, équipée d'un amortisseur selon l'invention, tel que défini ci-dessus.

L'invention a encore pour objet un procédé pour réduire l'amplitude des oscillations d'un ouvrage de génie civil, notamment une tour ou une passerelle, à l'aide
10 d'un amortisseur tel que défini ci-dessus, dans lequel on permet au bâti mobile d'osciller de façon pendulaire de façon à réduire l'amplitude des oscillations de l'ouvrage.

L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre, d'exemples de mise en œuvre non limitatifs de celle-ci, ainsi qu'à l'examen du dessin annexé, sur lequel :

- 15 - la figure 1 représente de façon schématique et partielle, en perspective, un exemple d'amortisseur dynamique accordé selon l'invention,
- les figures 2 à 4 sont des vues analogues à la figure 1 de variantes de réalisation,
- la figure 5 représente un détail du système d'entraînement des volants
20 d'inertie de l'amortisseur de la figure 4,
- la figure 6 est une vue analogue à la figure 1 d'une autre variante de réalisation, et
- la figure 7 représente un détail de réalisation de l'amortisseur de la figure 6.

On a représenté à la figure 1 un amortisseur dynamique accordé 1 selon
25 l'invention, comportant un ensemble de suspentes 10, au nombre de quatre dans l'exemple considéré.

Les suspentes 10 sont accrochées de façon articulée à leur extrémité supérieure 11 à un bâti fixe 2 de l'ouvrage équipé de l'amortisseur, par exemple une tour d'habitations et/ou de bureaux de grande hauteur. Elles supportent à leur extrémité inférieure 12 un bâti
30 mobile 20 qui porte quatre masses inertielles 30 sous la forme de volants d'inertie, pouvant tourner chacun sur eux-mêmes relativement au bâti mobile 20.

Dans l'exemple considéré, l'amortisseur 1 comporte deux volants d'inertie 30a diamétralement opposés, tournant autour d'axes de rotation X parallèles entre eux, et deux autres volants d'inertie 30b également diamétralement opposés et tournant autour d'axes de rotation Y parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe X.

5 Le bâti mobile 20 comporte des poutres 21 qui s'étendent entre les volants 30 et qui supportent des paliers guidant en rotation des arbres tournant avec les volants d'inertie 30 correspondants.

Dans l'exemple considéré, chaque arbre qui assure le montage en rotation d'un volant correspondant sur le bâti 20 porte un pignon 33.

10 Chacune des suspentes 10 est reliée à son extrémité inférieure 12 à une roue dentée 26, l'articulation de la suspente sur cette roue étant excentrée par rapport à l'axe de rotation de la roue. Chaque roue dentée 26 engrène avec un pignon 33 correspondant.

Ainsi, l'oscillation pendulaire du bâti mobile 20 avec les volants d'inertie 30 s'accompagne d'une variation de l'angle de l'axe longitudinal des suspentes 10 par rapport
15 au bâti mobile 20 et d'une rotation d'une ou plusieurs des roues 26 relativement au bâti 20. Cette rotation entraîne celle du volant d'inertie correspondant par l'intermédiaire du pignon 33 qui engrène sur la roue 26.

L'oscillation de l'amortisseur s'accompagne donc d'une rotation des volants d'inertie 30 et d'une accumulation d'énergie cinétique en rotation, en plus de celle liée au
20 mouvement d'oscillation pendulaire.

On peut réaliser les roues 26 et les pignons 33 correspondants de façon à obtenir un facteur de démultiplication supérieur à 1 afin d'accroître la vitesse de rotation des volants et l'énergie cinétique de rotation.

25 Chaque volant 30 peut être associé, comme illustré, à un moyen de freinage de type visqueux de sa rotation, c'est-à-dire exerçant un couple de freinage qui est d'autant plus important que la vitesse de rotation est élevée. Par exemple, comme illustré, chaque volant est associé à un disque de frein à induction 40.

Dans la variante illustrée à la figure 2, le bâti mobile 20 porte une unique masse inertielle 30 sous la forme d'un volant d'inertie, tournant autour d'un axe de rotation
30 X.

Le volant d'inertie 30 tourne avec deux pignons 33 disposés à chacune de ses extrémités axiales, qui engrènent chacun sur une crémaillère correspondante 50 s'étendant entre deux suspentes 10 et couplée à ces dernières à l'aide d'attaches 52.

5 Ainsi, une oscillation pendulaire de l'amortisseur 1 dans un plan perpendiculaire à l'axe X s'accompagne d'une variation de l'angle des suspentes 10 par rapport au bâti mobile et d'un déplacement des crémaillères 50 relativement au bâti, qui provoque la rotation du volant d'inertie 30 autour de l'axe X.

Le volant d'inertie 30 peut être équipé d'un disque de frein, par exemple inductif ou par frottement, de façon à dissiper l'énergie cinétique de rotation.

10 Le bâti mobile 20 peut être réalisé avec de chaque côté du volant 30 deux poutrelles 61 et 62 parallèles espacées, entre lesquelles est disposé le pignon 33 correspondant.

L'exemple de la figure 2 est unidirectionnel.

15 La variante de la figure 3 est bidirectionnelle, comportant un bâti mobile 20 comportant un cadre à l'intérieur duquel sont disposés quatre masses inertielles 30 sous la forme de volants d'inertie, associés chacun à un pignon 33 et à une crémaillère 50, ces dernières étant disposées respectivement le long des quatre côtés du cadre du bâti mobile 20. Ce dernier peut comporter comme illustré deux poutrelles 65 en croix, réunies en leur milieu et se raccordant respectivement aux quatre coins du cadre du bâti 20.

20 Les volants d'inertie 30 peuvent avoir, comme illustré, chacun une forme généralement tronconique, convergeant vers le centre du bâti 20. Chaque volant 30 peut être équipé d'un frein 40, par exemple inductif ou à frottement.

Dans la variante de réalisation illustrée à la figure 4, l'amortisseur 1 comporte deux volants d'inertie 30 qui sont coaxiaux et qui tournent autour d'un axe de rotation Z
25 qui est vertical lorsque l'amortisseur est au repos.

Le système d'entraînement des volants 30 comporte comme dans l'exemple de réalisation de la figure 3 quatre crémaillères 50 qui relient chacune deux suspentes adjacentes 10 en étant accouplées à celles-ci, de telle sorte qu'une oscillation du bâti mobile 20 s'accompagne d'un déplacement des crémaillères 50 parallèlement aux côtés
30 correspondants du bâti 20.

Le mouvement des crémaillères 50 est transmis aux volants d'inertie 30 par des pignons 33. Deux pignons opposés sont reliés par un arbre 70a et les deux autres par un

autre arbre 70b croisant le premier. Les pignons 33 sont guidés en rotation par le bâti 20 et tournent, comme on peut le voir sur la figure 5, avec les arbres 70a et 70b. Chaque arbre 70a ou 70b porte un engrenage conique correspondant 71 qui engrène avec un engrenage conique 72 tournant avec le volant d'inertie 30 correspondant, de telle sorte qu'une rotation
5 des pignons 33 sur eux-mêmes s'accompagne d'une rotation du volant d'inertie correspondant 30 autour de l'axe de rotation Z.

L'amortisseur dynamique accordé 1 de la figure 4 est ainsi bidirectionnel.

On a illustré sur les figures 6 et 7 une variante de réalisation de l'amortisseur dynamique accordé 1, sans engrenage pour démultiplier le mouvement angulaire des
10 suspentes 10 relativement au bâti mobile 20.

Dans cet exemple de réalisation, le bâti mobile 20 comporte un châssis inférieur 80 et un châssis supérieur 81 de formes similaires, comportant un cadre extérieur de forme polygonale, en l'espèce carrée, et une structure en X avec deux poutrelles 85 se croisant en leur milieu 86 et se raccordant à leurs extrémités aux coins du cadre 84.

15 Les châssis 80 et 81 sont reliés entre eux par des amortisseurs visqueux 83 qui sont par exemple disposés à mi-longueur des côtés de chaque châssis.

Chaque suspente 10 est reliée par son extrémité inférieure 12 de façon articulée au châssis inférieur 80 et traverse le châssis supérieur 81 à la faveur d'une ouverture correspondante 86, avec un faible jeu.

20 Ainsi, lors de l'oscillation pendulaire du bâti mobile 20, la variation de l'angle des suspentes relativement au châssis inférieur 80 s'accompagne d'un déplacement du châssis supérieur 81 relativement au châssis inférieur 80. Les parties centrales 86 des châssis 80 et 81 présentent ainsi un désaxement qui est variable au cours de l'oscillation du bâti mobile 20.

25 L'amortisseur dynamique accordé 1 comporte une unique masse inertielle 30 qui comporte quatre blocs 90 de forme générale pyramidale convergeant vers le centre, reliées par deux croix 92 espacées verticalement. Les croix 92 sont reliées par un arbre 95 d'axe Z vertical lorsque l'amortisseur 1 est au repos. L'arbre 95 comporte des rotules 97 qui sont respectivement engagées dans les parties centrales 86 des châssis supérieur 81 et
30 inférieur 80.

Ainsi, le mouvement relatif du châssis supérieur 81 par rapport au châssis inférieur 80 s'accompagne d'un basculement de l'arbre 95 et d'une rotation des blocs 90.

Ces derniers s'inscrivent dans les triangles formés par les structures en X des châssis supérieur et inférieur.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits.

- 5 On peut notamment réaliser autrement la masse inertielle et le mécanisme permettant de transmettre la variation angulaire d'une suspenste relativement à la verticale à la masse inertielle pour l'amener à tourner sur elle-même.

L'expression « *comportant un* » doit être comprise comme étant synonyme de « *comprenant au moins un* », sauf si le contraire est spécifié. L'expression « *compris*
10 *entre* » s'entend bornes incluses.

REVENDICATIONS

1. Amortisseur dynamique accordé pendulaire (1), comportant :

- un ensemble de suspentes (10) à relier de façon articulée à un bâti fixe (2),

5 - un bâti mobile (20) porté par les suspentes (10),

- au moins une masse inertielle (30) portée par le bâti fixe ou le bâti mobile (20),

- un système d'entraînement de la masse inertielle, configuré pour transformer une variation de l'angle d'au moins une suspente (10) par rapport au bâti fixe ou au bâti mobile (20) en un mouvement relatif de rotation sur elle-même de la masse inertielle (30) par rapport au bâti qui la porte.

2. Amortisseur dynamique accordé selon la revendication 1, le mouvement relatif de la masse inertielle par rapport au bâti qui la porte étant un mouvement de rotation sur elle-même de la masse inertielle autour d'un axe propre sur plus de 180°, mieux sur plus de 360°.

3. Amortisseur dynamique accordé selon l'une des revendications 1 et 2, la masse inertielle étant portée par le bâti mobile.

4. Amortisseur dynamique accordé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, le système d'entraînement comportant un mécanisme démultiplicateur.

20 5. Amortisseur dynamique accordé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, le système d'entraînement comportant un engrenage menant (26) guidé en rotation relativement au bâti mobile et auquel est accrochée une suspente (10).

25 6. Amortisseur dynamique accordé selon la revendication 5, l'engrenage menant (26) engrenant avec un engrenage mené (33), guidé en rotation par le bâti mobile et tournant avec la masse inertielle (30).

7. Amortisseur dynamique accordé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, le système d'entraînement comportant au moins une crémaillère (50).

8. Amortisseur dynamique accordé selon la revendication 7, la crémaillère (50) étant accrochée à ses extrémités à des suspentes (10).

30 9. Amortisseur dynamique accordé selon l'une des revendications 7 et 8, comportant un pignon (33) tournant avec la masse inertielle (30) et engrenant sur la crémaillère (50).

10. Amortisseur dynamique accordé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, comportant un pignon (33) engrenant sur la crémaillère (50) et entraînant par le biais d'un mécanisme adapté, notamment un renvoi à engrenages coniques (71, 72), la masse inertielle, cette dernière ayant de préférence un axe de rotation (Z) vertical lorsque l'amortisseur est au repos.

11. Amortisseur dynamique accordé selon la revendication 10, comportant deux crémaillères (50) parallèles et une paire de pignons (33) engrenant sur ces crémaillères et couplés à un même arbre d'entraînement (70a ; 70b) de la masse inertielle.

12. Amortisseur dynamique accordé selon la revendication 11, le bâti mobile (20) comportant un premier (80) et un deuxième (81) châssis, les suspentes (10) étant accrochées au premier châssis (80) et étant couplées au deuxième châssis (81) de telle sorte qu'un mouvement angulaire des suspentes par rapport à la verticale s'accompagne d'un déplacement du deuxième châssis (81) relativement au premier (80), la masse inertielle (30) étant reliée aux châssis (80, 81) de telle sorte que le mouvement relatif des châssis s'accompagne d'un mouvement de rotation de la masse inertielle relativement aux châssis.

13. Amortisseur dynamique accordé selon la revendication 12, la masse inertielle étant reliée par des rotules (96, 97) aux châssis.

14. Amortisseur selon l'une des revendications 12 et 13, les châssis étant reliés par des amortisseurs visqueux (83).

15. Amortisseur dynamique accordé selon l'une quelconque des revendications précédentes, étant unidirectionnel.

16. Amortisseur dynamique accordé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, étant bidirectionnel, de préférence à deux volants d'inertie au moins, tournant autour d'axes de rotation respectifs perpendiculaires entre eux ou coaxiaux et orientés verticalement lorsque l'amortisseur est au repos.

17. Amortisseur dynamique accordé selon la revendication 16, comportant quatre volants d'inertie tournant, pour les volants d'inertie diamétralement opposés, autour d'axes de rotation parallèles.

18. Amortisseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, le rapport ECR/ECT de l'énergie cinétique nominale en rotation sur elle-même de la masse inertielle à l'énergie cinétique nominale en translation de la masse inertielle étant compris entre 0,4 et 100, mieux entre 0,4 et 10.

19. Amortisseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant au moins un frein à induction et/ou un système de génération d'énergie électrique par ralentissement de la masse inertielle.

5 20. Ouvrage de génie civil, notamment tour ou passerelle, équipé d'un amortisseur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

21. Procédé pour réduire l'amplitude des oscillations d'un ouvrage de génie civil, notamment une tour ou une passerelle, à l'aide d'un amortisseur dynamique accordé (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, dans lequel on permet au bâti mobile (20) d'osciller de façon à réduire l'amplitude des oscillations de l'ouvrage.

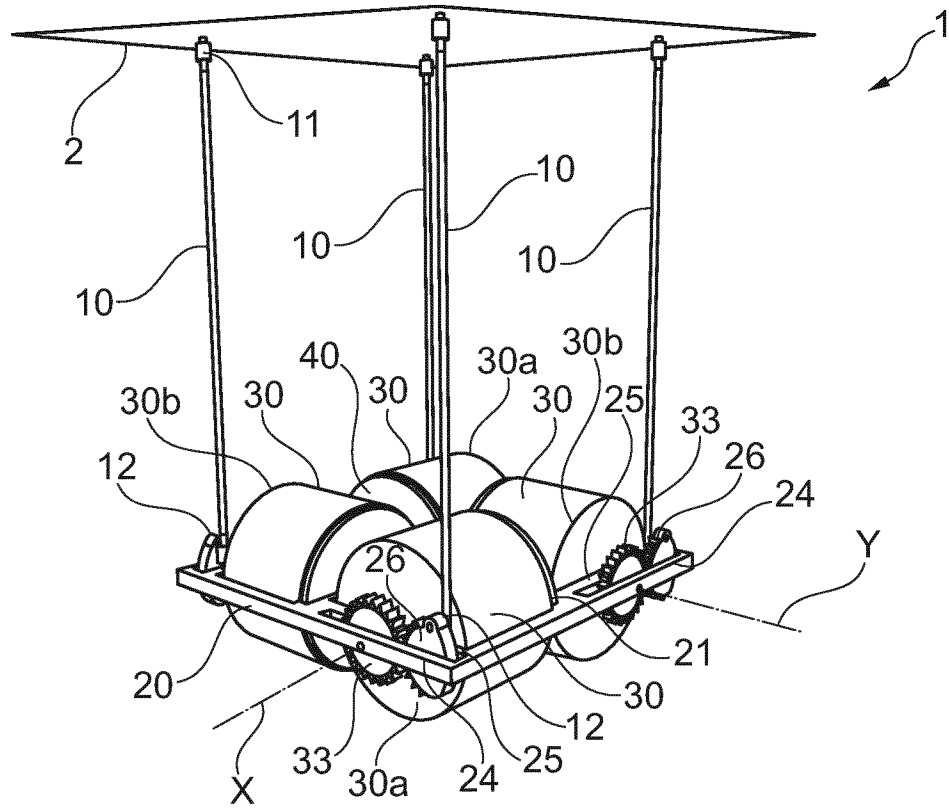


Fig. 1



Fig. 2

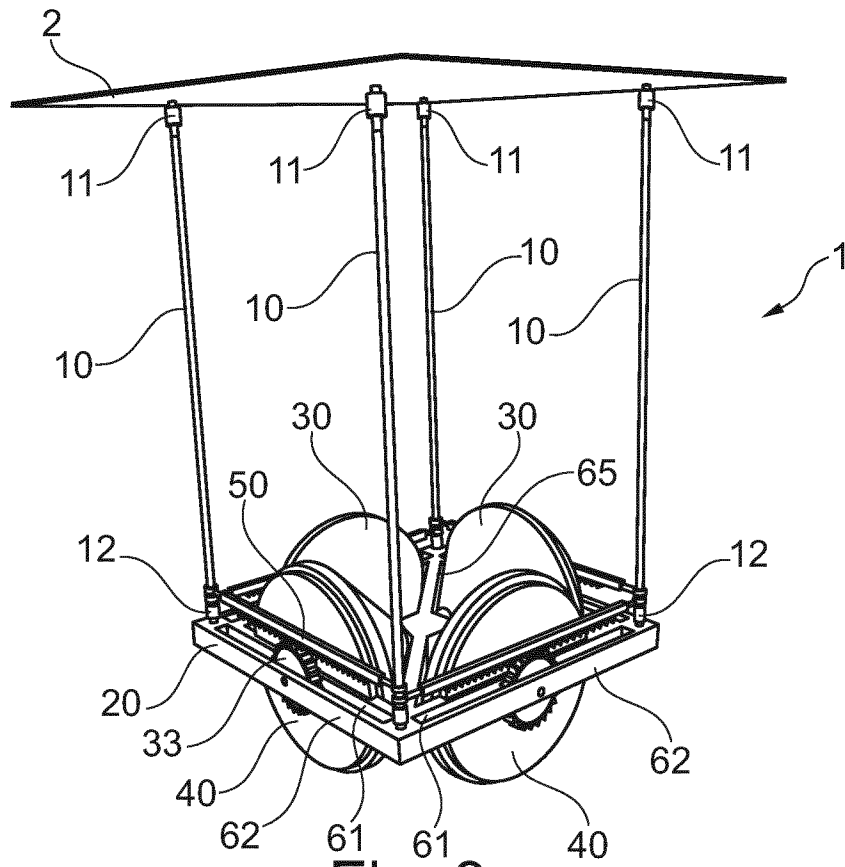


Fig. 3

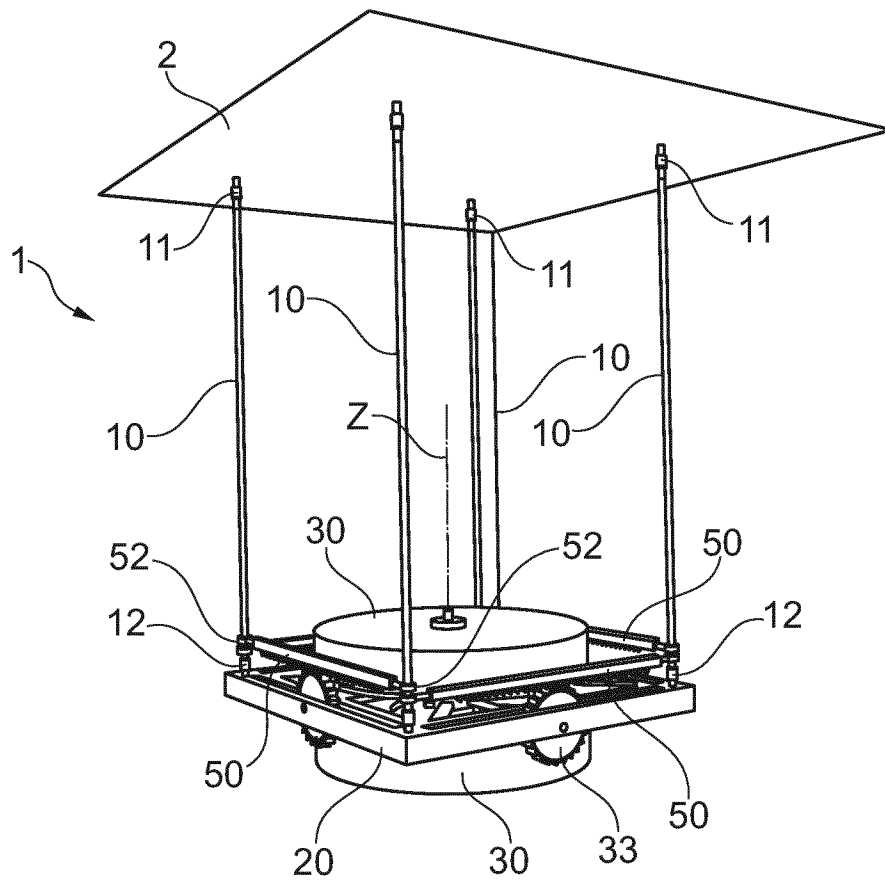


Fig. 4

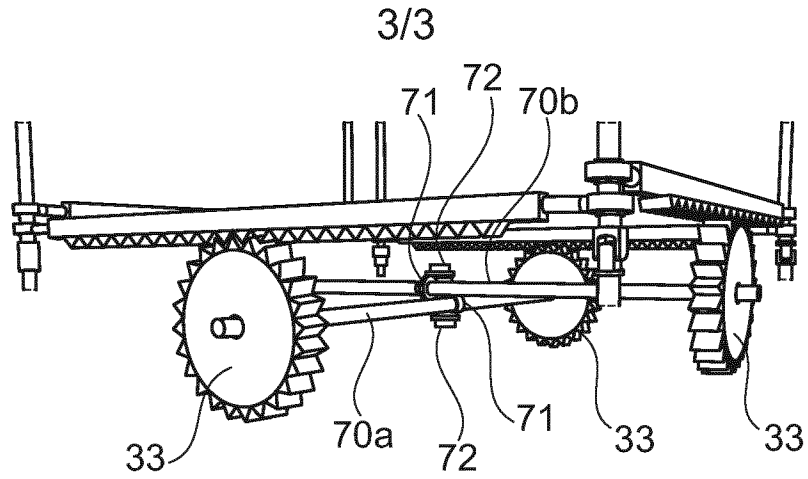


Fig. 5

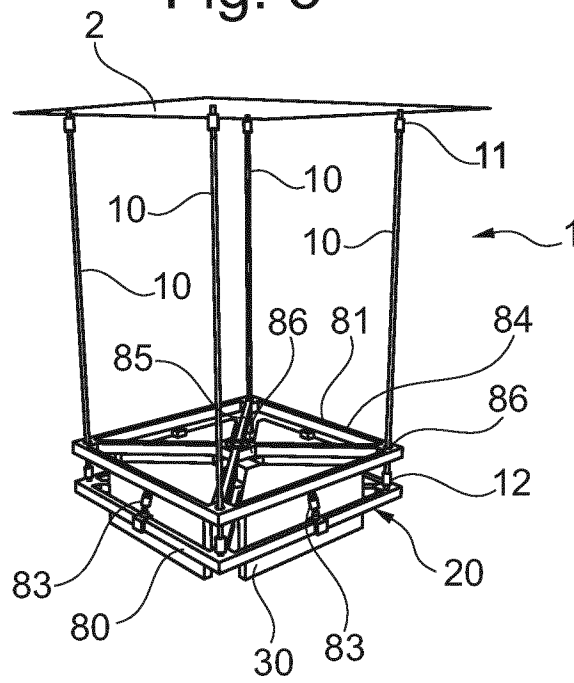


Fig. 6

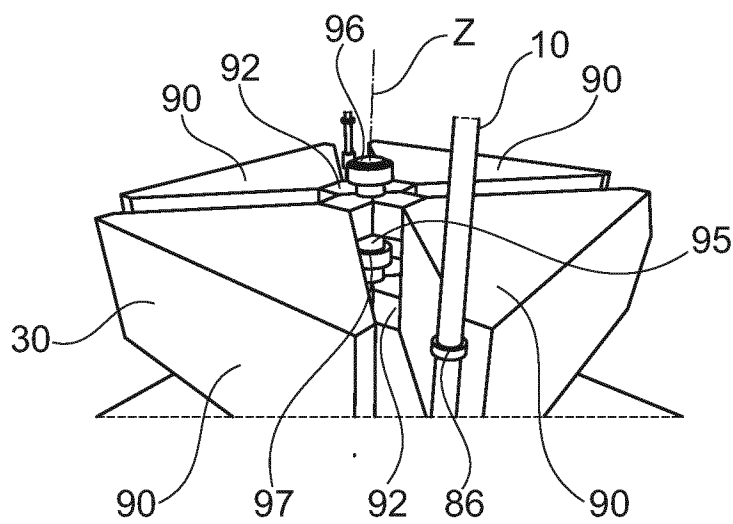


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/081069

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. E04B1/98 F16F7/10
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
E04B F16F
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|---|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | JP S58 225241 A (CHIYODA CHEM ENG CONSTRUCT CO) 27 December 1983 (1983-12-27) | 1-9,15, 19-21 |
| A | page 210 figure 4 | 10-14, 16-18 |
| X | ----- WO 99/63219 A1 (NEG MICON A S [DK]; VELDKAMP HERMAN F [DK]; RISAGER LARS [DK]; RASMUSS) 9 December 1999 (1999-12-09) | 1,2,4-6, 15,18-21 |
| A | page 1, lines 3-5 page 8, lines 8-10 figures 1,8 ----- | 3,7-14, 16,17 |
| | -/-- | |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

| | |
|--|--|
| Date of the actual completion of the international search 21 February 2018 | Date of mailing of the international search report 01/03/2018 |
| Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer Blazquez Lainez, R |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/081069

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|---|-------------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X A | US 2011/030471 A1 (MAEDA TERUO [JP]) 10 February 2011 (2011-02-10) paragraph [0002] paragraph [0107] paragraph [0104] figures 9a,9b | 1,2,4, 7-21 3,5,6 |
| A | ----- EP 0 474 269 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 11 March 1992 (1992-03-11) page 1, lines 3-4,25-38 page 4, lines 35-50 page 5, lines 38-42 figures 1-4 | 1-21 |
| A | ----- US 5 005 326 A (ISHIMARU SHINJI [JP] ET AL) 9 April 1991 (1991-04-09) abstract column 1, lines 13-17 column 8, line 28 - column 9, line 47 figures 8-11 | 1-21 |
| A | ----- JP 2000 074135 A (DAIWA HOUSE IND) 7 March 2000 (2000-03-07) paragraphs [0008] - [0010] figures 1-2 | 1-21 |
| A | ----- DE 10 2007 024431 A1 (PORSCHE AG [DE]) 27 November 2008 (2008-11-27) paragraphs [0002], [0013], [0016], [0018], [0020] figure 1 | 1-21 |
| | ----- | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

| |
|---|
| International application No PCT/EP2017/081069 |
|---|

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|---|--|
| JP S58225241 A | 27-12-1983 | JP H0118307 B2 JP S58225241 A | 05-04-1989 27-12-1983 |
| | | | |
| WO 9963219 A1 | 09-12-1999 | AU 3811199 A CA 2333717 A1 CN 1318135 A DK 71598 A EP 1082539 A1 JP 2002517660 A US 6672837 B1 WO 9963219 A1 | 20-12-1999 09-12-1999 17-10-2001 30-11-1999 14-03-2001 18-06-2002 06-01-2004 09-12-1999 |
| | | | |
| US 2011030471 A1 | 10-02-2011 | JP 2011037427 A US 2011030471 A1 | 24-02-2011 10-02-2011 |
| | | | |
| EP 0474269 A1 | 11-03-1992 | AU 641027 B2 CA 2048082 A1 DE 69118280 D1 EP 0474269 A1 HK 17997 A NZ 238798 A US 5272847 A | 09-09-1993 01-03-1992 02-05-1996 11-03-1992 13-02-1997 25-11-1993 28-12-1993 |
| | | | |
| US 5005326 A | 09-04-1991 | AU 619079 B2 DE 69000204 D1 DE 69000204 T2 EP 0383081 A1 JP 2790185 B2 JP H02300540 A US 5005326 A | 16-01-1992 27-08-1992 18-03-1993 22-08-1990 27-08-1998 12-12-1990 09-04-1991 |
| | | | |
| JP 2000074135 A | 07-03-2000 | NONE | |
| | | | |
| DE 102007024431 A1 | 27-11-2008 | NONE | |
| | | | |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2017/081069

| A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. E04B1/98 F16F7/10 ADD. | | |
|--|---|---|
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB | | |
| B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE | | |
| Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) E04B F16F | | |
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche | | |
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | |
| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
| X | JP S58 225241 A (CHIYODA CHEM ENG CONSTRUCT CO) 27 décembre 1983 (1983-12-27) | 1-9,15, 19-21 |
| A | page 210 figure 4 | 10-14, 16-18 |
| X | ----- WO 99/63219 A1 (NEG MICON A S [DK]; VELDKAMP HERMAN F [DK]; RISAGER LARS [DK]; RASMUSSEN) 9 décembre 1999 (1999-12-09) | 1,2,4-6, 15,18-21 |
| A | page 1, lignes 3-5 page 8, lignes 8-10 figures 1,8 ----- | 3,7-14, 16,17 |
| | -/-- | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe | | |
| * Catégories spéciales de documents cités: | | |
| "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée | | "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 21 février 2018 | | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 01/03/2018 |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Fonctionnaire autorisé Blazquez Lainez, R |

| C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | |
|---|--|-------------------------------|
| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
| X | US 2011/030471 A1 (MAEDA TERUO [JP]) 10 février 2011 (2011-02-10) | 1,2,4, 7-21 |
| A | alinéa [0002] alinéa [0107] alinéa [0104] figures 9a,9b | 3,5,6 |
| A | ----- EP 0 474 269 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 11 mars 1992 (1992-03-11) page 1, lignes 3-4,25-38 page 4, lignes 35-50 page 5, lignes 38-42 figures 1-4 | 1-21 |
| A | ----- US 5 005 326 A (ISHIMARU SHINJI [JP] ET AL) 9 avril 1991 (1991-04-09) abrégé colonne 1, lignes 13-17 colonne 8, ligne 28 - colonne 9, ligne 47 figures 8-11 | 1-21 |
| A | ----- JP 2000 074135 A (DAIWA HOUSE IND) 7 mars 2000 (2000-03-07) alinéas [0008] - [0010] figures 1-2 | 1-21 |
| A | ----- DE 10 2007 024431 A1 (PORSCHE AG [DE]) 27 novembre 2008 (2008-11-27) alinéas [0002], [0013], [0016], [0018], [0020] figure 1 | 1-21 |
| | ----- | |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2017/081069

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|----|------------------------|---|--|
| JP S58225241 | A | 27-12-1983 | JP H0118307 B2 JP S58225241 A | 05-04-1989 27-12-1983 |
| WO 9963219 | A1 | 09-12-1999 | AU 3811199 A CA 2333717 A1 CN 1318135 A DK 71598 A EP 1082539 A1 JP 2002517660 A US 6672837 B1 WO 9963219 A1 | 20-12-1999 09-12-1999 17-10-2001 30-11-1999 14-03-2001 18-06-2002 06-01-2004 09-12-1999 |
| US 2011030471 | A1 | 10-02-2011 | JP 2011037427 A US 2011030471 A1 | 24-02-2011 10-02-2011 |
| EP 0474269 | A1 | 11-03-1992 | AU 641027 B2 CA 2048082 A1 DE 69118280 D1 EP 0474269 A1 HK 17997 A NZ 238798 A US 5272847 A | 09-09-1993 01-03-1992 02-05-1996 11-03-1992 13-02-1997 25-11-1993 28-12-1993 |
| US 5005326 | A | 09-04-1991 | AU 619079 B2 DE 69000204 D1 DE 69000204 T2 EP 0383081 A1 JP 2790185 B2 JP H02300540 A US 5005326 A | 16-01-1992 27-08-1992 18-03-1993 22-08-1990 27-08-1998 12-12-1990 09-04-1991 |
| JP 2000074135 | A | 07-03-2000 | AUCUN | |
| DE 102007024431 | A1 | 27-11-2008 | AUCUN | |