

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 124 028 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
10.12.2003 Bulletin 2003/50

(51) Int Cl.7: **E04H 9/02**

(21) Numéro de dépôt: **01400242.2**

(22) Date de dépôt: **31.01.2001**

(54) **Dispositif permettant de limiter le déplacement relatif de deux éléments d'une structure de génie civil et structure comprenant un tel dispositif**

Vorrichtung zur Begrenzung der relativen Bewegung zweier Elemente einer Hoch- und Tiefbaustruktur und Struktur mit einer solchen Vorrichtung

Device for limiting the relative displacement of two elements of a civil engineering structure and structure with such a device

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorité: **09.02.2000 FR 0001597**

(43) Date de publication de la demande:
16.08.2001 Bulletin 2001/33

(73) Titulaire: **Vinci Construction Grands Projets
92500 Rueil Malmaison (FR)**

(72) Inventeur: **Capra, Alain
75016 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Keib, Gérard
Bouju Derambure (Bugnion) S.A.,
52 rue de Monceau
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
FR-A- 2 756 581 US-A- 3 963 099

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1999, no. 03, 31 mars 1999 (1999-03-31) & **JP 10 317722 A** (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 2 décembre 1998 (1998-12-02)

EP 1 124 028 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne un dispositif permettant de limiter l'amplitude du déplacement relatif de deux éléments d'une structure de génie civil ou d'un bâtiment et d'absorber l'énergie de déformation de cette structure lorsque celle-ci est soumise à une sollicitation accidentelle, telle qu'un séisme, un vent exceptionnel, une explosion, un choc...

[0002] L'invention se rapporte également à des structures de génie civil ou à des bâtiments comportant un tel dispositif.

[0003] Le dispositif selon l'invention peut être mis en place dans la structure lors de la construction de celle-ci, ou à un stade ultérieur dans un but de renforcement de la structure.

[0004] On connaît déjà des dispositifs basés sur le même principe que celui de l'invention, à savoir la déformation plastique d'une barre guidée par son appui sur une surface courbe, ce qui garantit une plastification sur une grande longueur de la barre tout en contrôlant les déformations.

[0005] De tels dispositifs sont notamment décrits dans le document FR 2 756 581 au nom de la demanderesse lequel représente l'état de la technique selon le préambule de la revendication 1 annexée.

[0006] Le but de l'invention est de proposer un perfectionnement aux dispositifs connus, de sorte à fournir un dispositif très simple à réaliser, pouvant être fabriqué en grande série.

[0007] Outre la réduction substantielle des coûts de fabrication, un autre objectif de l'invention est de fournir un dispositif facile à mettre en oeuvre, y compris dans les structures existantes.

[0008] A cet effet, le dispositif selon l'invention comporte en outre :

- au moins une partie apte à subir une déformation plastique lors du déplacement relatif des deux éléments de ladite structure,
- des moyens de guidage de la déformation plastique de la partie apte à subir une déformation plastique,

ladite partie apte à subir une déformation plastique et lesdits moyens de guidage formant un élément monobloc.

[0009] L'invention fournit donc un dispositif réalisé d'une seule pièce, ce qui résout le problème de positionnement des différentes pièces du dispositif les unes par rapport aux autres, et simplifie le procédé de fabrication.

[0010] De façon avantageuse, la partie apte à subir une déformation plastique comprend au moins une barre, de préférence de section rectangulaire, liée aux moyens de guidage de la déformation plastique au niveau d'une de ses extrémités, et les moyens de guidage de la déformation plastique comprennent au moins un gabarit de cintrage définissant au moins une surface

courbe sur laquelle plie la partie apte à subir une déformation plastique lors de ladite déformation.

[0011] Le dispositif peut comprendre plusieurs éléments monoblocs identiques superposés.

[0012] Le dispositif peut également comprendre au moins un élément de maintien fixé à au moins un gabarit et ayant une portion de sa surface attenante à au moins une barre, ledit élément de maintien étant destiné à limiter le déversement du dispositif lors de la déformation dudit dispositif.

[0013] Selon un premier mode de réalisation, le dispositif comprend une pluralité de barres disposées sensiblement parallèlement les unes aux autres dans un même plan, entre deux droites sensiblement parallèles. Les extrémités de chacune des barres qui sont alignées sur une première droite sont liées à un premier gabarit de cintrage et les extrémités de chacune des barres qui sont alignées sur la deuxième droite sont liées à un deuxième gabarit de cintrage. Les deux gabarits sont situés dans ledit plan, sensiblement perpendiculairement auxdites barres, et définissent chacun une surface courbe de part et d'autre de chacune des barres.

[0014] L'invention vise également une structure en portique définissant des mailles élémentaires sensiblement rectangulaires, et comprenant au moins un tel dispositif. Cette structure comporte quatre barreaux disposés en croix, chaque barreau étant fixé, à l'une de ses extrémités, à un angle de ladite maille, deux barreaux adjacents étant fixés, à l'autre de leurs extrémités, à un premier gabarit dudit dispositif, les deux autres barreaux étant fixés, à l'autre de leurs extrémités, au deuxième gabarit dudit dispositif.

[0015] Selon un deuxième mode de réalisation, le dispositif comprend :

- quatre barres disposées en croix dans un même plan et sensiblement perpendiculairement les unes aux autres,
- quatre gabarits de cintrage disposés en croix, dans ledit plan, de façon sensiblement symétrique, chacun des gabarits étant positionné entre deux barres, lesdits gabarits définissant chacun deux surfaces courbes,

de sorte qu'une surface courbe est disposée de part et d'autre de chacune des barres.

[0016] L'invention se rapporte aussi à une structure en portique définissant des mailles élémentaires sensiblement rectangulaires, et comprenant au moins un tel dispositif. Cette structure comporte huit barreaux disposés de telle sorte que ;

- à chaque angle de ladite maille sont fixés deux barreaux, par l'une de leurs extrémités,
- deux barreaux fixés à deux angles adjacents sont liés, par leur autre extrémité, à une même barre dudit dispositif.

[0017] Selon un troisième mode de réalisation, le dispositif comprend une barre liée en chacune de ses extrémités à un gabarit de cintrage, chacun des gabarits définissant deux surfaces courbes disposées de part et d'autre de la barre.

[0018] Ce dispositif est destiné à être placé dans une structure comportant des linteaux, et à être fixé sensiblement horizontalement sur ces linteaux.

[0019] Selon un quatrième mode de réalisation, le dispositif comprend, dans un même plan :

- deux barres alignées et liées l'une à l'autre par l'une de leurs extrémités,
- deux bras disposés perpendiculairement aux barres au niveau de l'extrémité commune desdites barres, de sorte à former une croix,
- deux gabarits de cintrage disposés de part et d'autre des deux barres, au niveau de l'extrémité commune desdites deux barres, chaque gabarit définissant une surface courbe pour chacune des deux barres.

[0020] L'invention vise également une structure en portique comprenant des poutres sensiblement horizontales et des poteaux sensiblement verticaux, et comprenant au moins un tel dispositif positionné au niveau de l'intersection entre poutres et poteaux, les barres du dispositif étant fixées sensiblement horizontalement sur les poutres et les bras étant fixés sensiblement verticalement sur les poteaux.

[0021] Selon un cinquième mode de réalisation, l'extrémité de la barre qui n'est pas liée aux moyens de guidage est de forme arrondie ou est munie d'une articulation, le dispositif étant destiné à être placé dans une structure de génie civil comprenant au moins deux parties entre lesquelles sont placés des isolateurs sismiques. Selon ce mode de réalisation, les moyens de guidage sont fixés sur une première partie de ladite structure, et l'extrémité de la barre qui n'est pas liée aux moyens de guidage coulisse dans une glissière fixée sur une deuxième partie de ladite structure.

[0022] Enfin, l'invention concerne une structure de génie civil comprenant au moins deux parties et au moins un dispositif selon le deuxième ou le troisième mode de réalisation, le dit dispositif étant placé de telle sorte que la partie centrale du dispositif située vers l'extrémité commune des barres est liée à un appareil d'appui fixé à une partie de la dite structure, l'extrémité de chacun des bras et/ou des barres qui n'est pas liée aux moyens de guidage étant apte à coulisser dans une glissière fixée sur une autre partie de ladite structure.

[0023] D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description suivante de modes de réalisation, description qui va être faite en se référant aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue en élévation d'un dispositif selon l'invention ;

- la figure 2 est une vue agrandie d'un détail de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue en coupe d'une structure de génie civil comportant un dispositif selon l'invention selon un premier mode de réalisation ;
- la figure 4 est une vue agrandie de la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue selon la coupe A-A du dispositif de la figure 4 ;
- la figure 6 est une vue en coupe d'une structure de génie civil comportant un dispositif selon l'invention selon un deuxième mode de réalisation ;
- la figure 7 est une vue agrandie de la figure 6 ;
- la figure 8 est une vue selon la coupe B-B du dispositif de la figure 7 ;
- la figure 9 est une représentation schématique de la structure de la figure 3 après déformation ;
- la figure 10 est une vue en coupe d'une structure de génie civil comportant un dispositif selon l'invention selon un troisième mode de réalisation ;
- la figure 11 est une vue en coupe partielle d'une structure de génie civil comportant un dispositif selon l'invention selon une variante du troisième mode de réalisation ;
- la figure 12 est une représentation schématique en coupe de la structure de la figure 10 après déformation ;
- la figure 13 est une vue de détail d'une structure de génie civil comportant un dispositif selon l'invention selon un quatrième mode de réalisation ;
- la figure 14 est une vue en coupe d'une structure de génie civil comportant un dispositif selon l'invention selon un cinquième mode de réalisation ;
- la figure 15 est une vue selon la coupe C-C de la structure de la figure 14 ;
- la figure 16 est une vue en coupe d'une structure de génie civil comportant un dispositif similaire à celui représenté sur les figures 7 ou 13 ;
- la figure 17 est une vue selon la coupe D-D de la structure de la figure 16.

[0024] On va tout d'abord décrire le principe général de l'invention, en référence à la figure 1, qui représente un dispositif selon l'invention.

[0025] Le dispositif 1 comprend une barre 2 ainsi qu'un gabarit de cintrage 3.

[0026] La barre 2 est liée au gabarit 3 au niveau d'une de ses extrémités 4, l'ensemble barre 2 - gabarit 3 formant un élément monobloc.

[0027] De préférence, cet élément monobloc est plan. Par la suite, on désignera par P_1 le plan défini par cet élément, comme représenté sur la figure 1.

[0028] Le gabarit de cintrage 3 définit au moins une surface courbe 5 sur laquelle plie la barre 2 lors de sa déformation plastique.

[0029] La figure 1 représente la position de la barre 2 au repos, en pointillés, ainsi que la position de cette barre 2 au cours de sa déformation, en traits pleins.

[0030] La surface courbe 5 est tangente à la barre 2

au niveau de la ligne de contact 6 entre le gabarit 3 et l'extrémité 4 de la barre 2 liée au gabarit 3. La surface courbe 5 diverge par rapport à la barre 2 lorsque l'on s'éloigne de la ligne de contact 6, et la convexité de la surface courbe 5 est dirigée vers la barre 2.

[0031] Selon une version préférée de l'invention, en un point quelconque M_i de la surface courbe 5 définie par le gabarit de cintrage 3, le rayon de courbure R_i de ladite surface courbe 5 est proportionnel à la largeur h_i de la barre 2 mesurée au niveau d'un point de ladite barre 2 destiné à venir en contact avec ledit point M_i de la surface courbe 5 lors de la déformation plastique.

[0032] Ainsi, pour des points M_1 et M_2 de la surface courbe 5 correspondant respectivement à des rayons de courbure R_1 et R_2 de la surface courbe 5 et, respectivement, à des largeurs h_1 et h_2 de la barre 2, on aura :

$$R_1 / h_1 = R_2 / h_2 \quad (\text{voir figure 1}).$$

[0033] Cette configuration permet, en toute section transversale de la barre 2, de limiter les variations relatives de longueur des fibres extrêmes de la barre 2 à une valeur inférieure à la limite de rupture du métal. Dans le cas d'une barre 2 dont la largeur varie le long de la longueur, le gabarit 3 aura un rayon de courbure variable suivant le point M_i de la surface 5 considéré, ce rayon de courbure dépendant de la largeur correspondante de la barre 2.

[0034] De façon plus générale, le rapport R_i / h_i peut être une fonction calibrée selon l'utilisation du dispositif.

[0035] Dans une version préférée de l'invention, la barre 2 est de section transversale rectangulaire et présente un plan de symétrie P_2 perpendiculaire au plan P_1 et disposé selon la longueur de la barre 2.

[0036] De préférence également, le gabarit 3 définit deux surfaces courbes 5, 5' disposées de part et d'autre de la barre 2 et symétriques par rapport au plan P_2 .

[0037] Pour les cas de service, c'est-à-dire pour des charges d'exploitation, dans des conditions de température et de vent normales, la barre 2 est conçue pour que ses déformations restent dans le domaine élastique, ses déplacements étant compatibles avec le fonctionnement des équipements et du second oeuvre, notamment les façades, les tuyauteries...

[0038] Le dispositif est de préférence formé d'acier, de fonte ductile, d'un alliage métallique, ou d'un composite à matrice métallique.

[0039] De préférence, le dispositif est réalisé par découpage d'une tôle métallique, au moyen d'un chalumeau oxycoupeur, par jet d'eau haute pression, rayon laser ou tout autre système donnant une précision de coupe équivalente. Il peut également être formé par moulage.

[0040] Dans certaines techniques de découpe, la largeur du sillon de découpe 7 peut s'avérer excessive vis-à-vis des dimensions générales du dispositif à réaliser, comme l'illustre la figure 2. Dans le cas d'une découpe

au chalumeau par exemple, la largeur du sillon peut atteindre 4 mm.

[0041] Dans ce cas, la géométrie du gabarit 3 est rétablie par l'apport de cales 8 usinées et positionnées dans le sillon 7.

[0042] On va décrire à présent différents modes de réalisation de l'invention, en référence aux figures 3 à 15.

[0043] Les premier et deuxième modes de réalisation, que l'on va décrire ci-après en se reportant aux figures 3 à 9, sont destinés à être mis en place dans des structures de génie civil en portique, c'est-à-dire des structures comprenant des poutres 10 sensiblement horizontales et des poteaux 11 sensiblement verticaux formant des mailles élémentaires sensiblement rectangulaires dans un plan sensiblement vertical.

[0044] Les figures 3, 6 et 9 représentent de telles structures, dans lesquelles les poutres 10 soutiennent notamment les planchers 9.

[0045] La figure 9 représente, en pointillés, la position des poutres 10 et poteaux 11 en situation normale ainsi que, en traits pleins, la position des poutres 10 et poteaux 11 suite à une sollicitation accidentelle.

[0046] Sous l'effet d'une sollicitation accidentelle, la structure se déforme en parallélogramme. Afin de limiter l'amplitude de cette déformation, l'invention propose de contrôler le raccourcissement et l'allongement des diagonales de la maille élémentaire.

[0047] Selon un premier mode de réalisation, illustré sur les figures 3, 4 et 5, le dispositif 1 selon l'invention comprend une pluralité de barres 2 disposées sensiblement parallèlement les unes aux autres dans un même plan P_1 , parallèle au plan de coupe de la figure 3. Ces barres 2 ont des longueurs sensiblement identiques et sont situées, dans le plan P_1 , entre deux droites D_1 et D_2 sensiblement parallèles.

[0048] Dans la suite de la description, on se placera dans le cas où les droites D_1 et D_2 sont sensiblement horizontales, comme représenté sur les figures 3 et 4. Cependant, il est également possible que les droites D_1 et D_2 soient sensiblement verticales, le dispositif 1 étant alors identique à celui qui va être décrit, mais ayant subi une rotation de 90° par rapport à la représentation des figures 3 et 4.

[0049] Les extrémités de chacune des barres 2 qui sont alignées sur la droite D_1 sont liées à un premier gabarit de cintrage 3, et les extrémités de chacune des barres 2 qui sont alignées sur la droite D_2 sont liées à un deuxième gabarit de cintrage 3'.

[0050] Les deux gabarits 3, 3' sont situés dans le plan P_1 , sensiblement perpendiculairement aux barres 2.

[0051] Chacun des deux gabarits 3, 3' définit une surface courbe 5 de part et d'autre de chacune des barres 2. De préférence, les deux gabarits sont de formes identiques.

[0052] Le dispositif 1 est lié à la structure en portique par l'intermédiaire de quatre barreaux métalliques 12 disposés en croix. Chaque barreau 12 est fixé, à l'une

de ses extrémités, à un angle de la maille rectangulaire formée par les poteaux 11 et les poutres 10.

[0053] Dans le cas représenté sur les figures 3 et 4, où les droites D_1 et D_2 sont sensiblement horizontales, les deux barreaux 12 fixés aux angles supérieurs de la maille sont liés, à leur autre extrémité, au premier gabarit 3, tandis que les deux barreaux 12 fixés aux angles inférieurs de la maille sont liés, à leur autre extrémité, au deuxième gabarit 3'.

[0054] Dans le cas, non représenté, où les droites D_1 et D_2 sont verticales, les barreaux 12 fixés à des angles situés sur un même côté vertical de la maille élémentaire sont fixés à un même gabarit.

[0055] Lors d'une sollicitation accidentelle de la structure, comme représenté sur la figure 9, les barreaux 12 situés sur une première diagonale de la maille vont jouer le rôle de tirants et s'allonger, tandis que les barreaux 12 situés sur la deuxième diagonale vont se comprimer.

[0056] Le dispositif 1 se déforme alors en parallélogramme, les barres 2 pliant sur les surfaces courbes 5 définies par les gabarits 3, 3'.

[0057] Lors d'une sollicitation ultérieure, il est possible que la déformation se fasse dans une direction opposée, les barreaux qui s'allongeaient précédemment se trouvant comprimés, et réciproquement.

[0058] Le dispositif 1 peut comporter des éléments de maintien 13 destinés à limiter le déversement dudit dispositif 1 lors de sa déformation. De préférence, le dispositif 1 comporte quatre éléments de maintien 13 en forme de tige, de plats, ou de raidisseurs soudés sur les gabarits 3, 3' dudit dispositif 1. Ces quatre éléments 13 sont placés parallèlement aux droites D_1 et D_2 , deux éléments de maintien 13 étant soudés sur chaque gabarit 3, de part et d'autre dudit gabarit par rapport au plan P_1 , comme illustré sur les figures 4 et 5. Les éléments de maintien 13 se trouvent donc attenants aux barres 2, ce qui limite le déversement du dispositif 1 lors de sa déformation.

[0059] Dans une version préférée de l'invention, les barreaux 12 sont articulés au niveau de leur liaison avec les gabarits 3, 3' du dispositif 1.

[0060] Dans une même structure de génie civil, on utilisera, en général, plusieurs dispositifs en fonction de l'effet recherché.

[0061] Selon un deuxième mode de réalisation, illustré sur les figures 6, 7 et 8, le dispositif 1 selon l'invention comprend deux éléments monobloc 14 de formes identiques superposés.

[0062] Chaque élément monobloc 14 comprend quatre barres 2 disposées en croix dans un même plan P_1 parallèle au plan de coupe de la figure 6, lesdites barres étant sensiblement perpendiculaires les unes aux autres.

[0063] Chaque élément 14 comprend aussi quatre gabarits de cintrage 3 disposés en croix dans le plan P_1 , de façon sensiblement symétrique, chacun des gabarits 3 étant positionné entre deux barres 2.

[0064] Chaque gabarit 3 définit deux surfaces cour-

bes 5, 5', de sorte qu'une surface courbe est disposée de part et d'autre de chacune des barres.

[0065] Entre les deux éléments 14 sont placées cinq rondelles 15, quatre d'entre elles étant situées aux extrémités des barres 2 non liées aux gabarits 3, la cinquième rondelle 15 étant située au centre du dispositif 1. Les rondelles 15 sont maintenues solidaires des éléments 14 par des éléments de fixation du type vis - écrou. Ceci permet de maintenir un écartement constant entre les deux éléments monobloc 14, d'éviter le déversement du dispositif 1 lors de sa déformation, et de faciliter la liaison du dispositif 1 à la maille élémentaire de la structure en portique.

[0066] De façon analogue, le dispositif selon le premier mode de réalisation décrit précédemment peut comporter deux éléments monobloc identiques superposés au lieu d'un seul élément monobloc muni d'éléments de maintien 13 limitant le déversement.

[0067] Le dispositif 1 selon ce deuxième mode de réalisation est lié à la structure en portique par l'intermédiaire de huit barreaux métalliques 16.

[0068] Au niveau de chaque angle de la maille rectangulaire formée par les poteaux 11 et les poutres 10 sont fixés deux barreaux 16 par l'une de leurs extrémités. Deux barreaux 16 fixés à des angles adjacents de ladite maille sont liés, par leur autre extrémité, à deux barres 2 superposées du dispositif 1. Cette liaison entre les barreaux 16 et les barres 2 peut être articulée.

[0069] Lors d'une sollicitation accidentelle de la structure, les barreaux 16 situés sur une première diagonale de la maille vont jouer le rôle de tirants et s'allonger, tandis que les barreaux 16 situés sur la deuxième diagonale vont se comprimer.

[0070] Sous l'effet des contraintes exercées sur les barreaux 16, les barres 2 du dispositif 1 vont se déformer plastiquement en pliant sur les surfaces courbes 5 correspondantes des gabarits 3, lesdits gabarits travaillant dans le domaine élastique.

[0071] On va décrire à présent un troisième mode de réalisation du dispositif selon l'invention, en référence aux figures 10 à 12.

[0072] Dans ce mode de réalisation, le dispositif 1 comprend une barre 2 liée en chacune de ses extrémités 4 à un gabarit de cintrage 3, chacun des gabarits 3 définissant deux surfaces courbes 5 disposées de part et d'autre de la barre 2.

[0073] Ce dispositif 1 est destiné à être fixé sensiblement horizontalement sur les linteaux 17 d'une structure de génie civil, au-dessus d'une ouverture 18.

[0074] Le dispositif 1 peut être boulonné sur les faces des murs de ladite structure, comme illustré sur la figure 10. Le dispositif est alors utilisé pour la réparation ou le renforcement de linteaux.

[0075] Dans le cas d'une construction neuve le plus souvent, le dispositif 1 peut également être incorporé dans le béton armé composant les murs, comme illustré sur la figure 11. Dans ce dernier cas, l'ancrage du dispositif 1 est assuré par son soudage sur les armatures

25 du béton armé.

[0076] La figure 12 représente la déformation d'une structure de génie civil comprenant des murs et des linteaux, et comportant un dispositif 1 selon le troisième mode de réalisation de l'invention.

[0077] Du fait de la sollicitation accidentelle de la structure, il y a translation des murs situés de part et d'autre des ouvertures 18 l'un par rapport à l'autre. Par conséquent, les linteaux 17 se déforment en forme de S, ainsi que la barre 2 du dispositif 1. Cependant, les parties extrêmes 26 des gabarits 3 opposées à la barre 2 ne subissent pas de rotation par rapport aux montants initialement verticaux des ouvertures 18, et restent orthogonaux à ces montants.

[0078] La figure 13 représente un quatrième mode de réalisation du dispositif selon l'invention.

[0079] Le dispositif 1 comprend, dans un même plan P_1 :

- deux barres 2 alignées et liées l'une à l'autre par l'une de leurs extrémités 4,
- deux bras 19 disposés perpendiculairement aux barres 2 au niveau de l'extrémité commune 4 desdites barres 2, de sorte à former une croix,
- deux gabarits de cintrage 3 disposés de part et d'autre des deux barres 2, au niveau de l'extrémité commune 4 desdites deux barres 2, chaque gabarit 3 définissant une surface courbe 5 pour chacune des deux barres 2.

[0080] Ce dispositif 1 est destiné à être placé dans une structure à portique, telle que décrite précédemment. Ledit dispositif 1 est placé à une intersection entre les poutres 10 et les poteaux 11, les barres 2 étant fixés sensiblement horizontalement sur les poutres 10 et les bras 19 étant fixés sensiblement verticalement sur les poteaux 11.

[0081] Lors de la déformation de la structure (voir figure 9), la maille élémentaire se déforme en parallélogramme, ce qui entraîne la plastification des barres 2, guidée par les surfaces courbes 5 des gabarits 3, les bras 19 travaillant dans le domaine élastique.

[0082] Un cinquième mode de réalisation de l'invention va maintenant être décrit, en se référant aux figures 14 et 15.

[0083] Ce dispositif s'applique en particulier aux structures de génie civil comprenant au moins deux parties 20, 21, une partie 20 de ladite structure étant placée sur des isolateurs sismiques 22 par rapport à la partie 21. Les isolateurs sismiques 22 peuvent être des appuis néoprène, des appuis glissants ou tout autre système destiné à isoler la structure de vibrations sismiques horizontales du sol.

[0084] Ce dispositif s'applique en particulier aux ponts.

[0085] Le dispositif 1 comprend, dans un même plan P_1 , une barre 2 liée par l'une de ses extrémités 4 à un gabarit de cintrage 3 définissant une surface courbe 5

de part et d'autre de ladite barre 2. Le gabarit 3 est boulonné sur l'une des parties 21 de la structure.

[0086] L'extrémité 23 de la barre 2 qui n'est pas liée au gabarit 3 est de forme arrondie, ou munie d'une articulation, et est apte à coulisser dans une glissière 24 fixée sur l'autre partie 20 de la structure.

[0087] Un dispositif semblable peut être positionné entre les deux parties 20, 21, dans un plan P_2 orthogonal au plan P_1 .

[0088] Ainsi, lors d'une sollicitation de la structure, les pièces 20 et 21 se déplacent en translation l'une par rapport à l'autre, l'amplitude de ce déplacement étant limitée par les deux dispositifs grâce à la déformation plastique des barres 2 guidée dans les gabarits 3.

[0089] Comme précédemment, un élément de maintien 13 ayant la forme d'une tige, d'un plat ou d'un raidisseur peut être positionné sur le dispositif 1 afin de limiter le déversement dudit dispositif lors de la déformation.

[0090] Cet élément de maintien 13 est placé dans un plan parallèle au plan P_1 et est fixé au gabarit 3, par exemple par soudure. Une portion de la surface de cet élément 13 est attenante à la barre de sorte à éviter que la barre ne se déforme en dehors du plan P_1 .

[0091] Enfin, on se réfère aux figures 16 et 17 qui représentent une structure de génie civil comprenant deux parties 20, 21 susceptibles de se déplacer l'une par rapport à l'autre sous l'effet de sollicitations accidentelles.

[0092] Sur la première partie 21 est fixée une plaque 27, sensiblement plane, par exemple par boulonnage. Dans le cas d'un appareil bidirectionnel, la plaque 27 comporte quatre glissières 24 comprenant chacune deux parois 28 saillant sensiblement perpendiculairement de la plaque 27 et parallèles entre elles. Les quatre glissières 24 sont situées aux quatre coins d'un losange.

[0093] Sur la deuxième partie 20, au droit de la plaque 27, est fixé un appareil d'appui 30, de type appui Néoprène ou appui à pot. A cet effet, l'appareil d'appui 30 peut comporter des pattes de fixation 29 destinées à recevoir des moyens de fixation tels que des boulons.

[0094] L'appareil d'appui 30 est lié à la partie centrale d'un dispositif 1 similaire à celui représenté sur les figures 7 ou 13.

[0095] Le dispositif 1 repose librement sur la plaque 27 fixée à la première partie 21, de telle sorte que les extrémités de chacun des bras 19 et/ou des barres 2 qui ne sont pas liées au gabarit de cintrage 3 soient placées chacune dans une glissière 24.

[0096] Ainsi, sous l'effet d'une sollicitation conduisant au déplacement relatif des deux parties 20, 21 l'une par rapport à l'autre, les bras 19 et/ou barres 2 se déforment en prenant appui sur les gabarits 3 et en coulisser dans les glissières 24.

Revendications

1. Dispositif (1) apte à limiter l'amplitude du déplacement

ment relatif de deux éléments d'une structure de génie civil et à absorber l'énergie de déformation de ladite structure lorsque celle-ci est soumise à une sollicitation accidentelle, ledit dispositif (1) comprenant :

- au moins une partie apte à subir une déformation plastique lors du déplacement relatif des deux éléments de ladite structure,
- des moyens de guidage de la déformation plastique de la partie apte à subir une déformation plastique,

ledit dispositif (1) étant **caractérisé en ce que** ladite partie apte à subir une déformation plastique et lesdits moyens de guidage forment un élément monobloc.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie apte à subir une déformation plastique comprend au moins une barre (2) liée aux moyens de guidage de la déformation plastique au niveau d'une de ses extrémités (4), et **en ce que** les moyens de guidage de la déformation plastique comprennent au moins un gabarit de cintrage (3) définissant au moins une surface courbe (5) sur laquelle plie la partie apte à subir une déformation plastique lors de ladite déformation.

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, au niveau de la ligne de contact (6) entre le gabarit (3) et l'extrémité (4) de la barre (2) liée aux moyens de guidage, la surface courbe (5) est tangente à ladite barre (2), la surface courbe (5) divergeant par rapport à la barre (2) lorsque l'on s'éloigne de la ligne de contact (6), la convexité de la surface courbe (5) étant dirigée vers la barre (2).

4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la barre (2) est de section transversale rectangulaire et **en ce que**, en un point quelconque de la surface courbe (5) définie par le gabarit de cintrage (3), le rayon de courbure de ladite surface courbe (5) est proportionnel à la largeur de la barre (2) mesurée au niveau d'un point de ladite barre (2) destiné à venir en contact avec ledit point de la surface courbe (5) lors de la déformation plastique.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les moyens de guidage de la déformation plastique définissent au moins deux surfaces courbes (5, 5') disposées de part et d'autre de la barre (2) et symétriques par rapport à un plan médian (P_2) de ladite barre (2).

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** est formé dans un matériau choisi parmi le groupe comprenant les

aciers, les alliages métalliques, et les composites à matrice métallique.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'il** est formé par découpage d'une tôle métallique.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** comprend plusieurs éléments monoblocs (14) identiques superposés.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un élément de maintien (13) fixé à au moins un gabarit et ayant une portion de sa surface attenante à au moins une barre (2), ledit élément de maintien (13) étant destiné à limiter le déversement du dispositif (1) lors de la déformation dudit dispositif (1).

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend une barre (2) liée en chacune de ses extrémités (4) à un gabarit de cintrage (3), chacun des gabarits (3) définissant deux surfaces courbes (5) disposées de part et d'autre de la barre (2).

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend une pluralité de barres (2) disposées sensiblement parallèlement les unes aux autres dans un même plan (P_1), entre deux droites (D_1 , D_2) sensiblement parallèles, les extrémités de chacune des barres (2) qui sont alignées sur une première droite (D_1) étant liées à un premier gabarit de cintrage (3) et les extrémités de chacune des barres (2) qui sont alignées sur la deuxième droite (D_2) étant liées à un deuxième gabarit de cintrage (3'), les deux gabarits (3, 3') étant situés dans ledit plan (P_1), sensiblement perpendiculairement auxdites barres (2), et définissant chacun une surface courbe (5) de part et d'autre de chacune des barres (2).

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend :

- quatre barres (2) disposées en croix dans un même plan (P_1) et sensiblement perpendiculairement les unes aux autres,
- quatre gabarits de cintrage (3) disposés en croix, dans ledit plan (P_1), de façon sensiblement symétrique, chacun des gabarits (3) étant positionné entre deux barres (2), lesdits gabarits (3) définissant chacun deux surfaces courbes (5, 5'),

de sorte qu'une surface courbe (5) est disposée de

part et d'autre de chacune des barres (2).

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend, dans un même plan (P_1):

- deux barres (2) alignées et liées l'une à l'autre par l'une de leurs extrémités (4),
- deux bras (19) disposés perpendiculairement aux barres (2) au niveau de l'extrémité commune (4) desdites barres (2), de sorte à former une croix,
- deux gabarits de cintrage (3) disposés de part et d'autre des deux barres (2), au niveau de l'extrémité commune (4) desdites deux barres (2), chaque gabarit (3) définissant une surface courbe (5) pour chacune des deux barres (2).

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, **caractérisé en ce que** l'extrémité (23) de la barre (4) qui n'est pas liée aux moyens de guidage est de forme arrondie ou est munie d'une articulation.

15. Structure de génie civil comprenant des linteaux (17) et comportant un dispositif (1) selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** ledit dispositif (1) est positionné et fixé sensiblement horizontalement sur les linteaux (17).

16. Structure de génie civil en portique comprenant des poutres (10) sensiblement horizontales et des poteaux (11) sensiblement verticaux formant des mailles élémentaires sensiblement rectangulaires, ladite structure comprenant au moins un dispositif (1) selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** la structure comporte quatre barreaux (12) disposés en croix, chaque barreau (12) étant fixé, à l'une de ses extrémités, à un angle de ladite maille, deux barreaux (12) adjacents étant fixés, à l'autre de leurs extrémités, à un premier gabarit (3) dudit dispositif (1), les deux autres barreaux (12) étant fixés, à l'autre de leurs extrémités, au deuxième gabarit (3') dudit dispositif (1).

17. Structure de génie civil en portique comprenant des poutres (10) sensiblement horizontales et des poteaux (11) sensiblement verticaux formant des mailles élémentaires sensiblement rectangulaires, ladite structure comprenant au moins un dispositif (1) selon la revendication 12, **caractérisée en ce qu'elle** comporte huit barreaux (16) disposés de telle sorte que :

- au niveau de chaque angle de ladite maille sont fixés deux barreaux (16), par l'une de leurs extrémités,
- deux barreaux (16) fixés à deux angles adja-

cents sont liés, par leur autre extrémité, à une même barre (2) dudit dispositif (1).

18. Structure de génie civil en portique comprenant des poutres (10) sensiblement horizontales et des poteaux (11) sensiblement verticaux formant des mailles élémentaires sensiblement rectangulaires, ladite structure comprenant au moins un dispositif (1) selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** le dispositif (1) est positionné au niveau de l'intersection entre poutres (10) et poteaux (11), les barres (2) du dispositif (1) étant fixées sensiblement horizontalement sur les poutres (10) et les bras (19) étant fixés sensiblement verticalement sur les poteaux (11).

19. Structure de génie civil comprenant au moins deux parties (20, 21) entre lesquelles sont placés des isolateurs sismiques (22), et comprenant au moins un dispositif (1) selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** les moyens de guidage sont fixés sur une première partie (21) de ladite structure, et **en ce que** l'extrémité (23) de la barre (2) qui n'est pas liée aux moyens de guidage est apte à coulisser dans une glissière (24) fixée sur une deuxième partie (20) de ladite structure.

20. Structure de génie civil comprenant au moins deux parties (20, 21) et au moins un dispositif (1) selon la revendication 12 ou 13, **caractérisée en ce que** la partie centrale du dispositif (1) située vers l'extrémité commune des barres (2) est liée à un appareil d'appui (30) fixé à une partie (20) de la dite structure, et **en ce que** l'extrémité de chacun des bras (19) et/ou des barres (2) qui n'est pas liée aux moyens de guidage est apte à coulisser dans une glissière (24) fixée sur une autre partie (21) de ladite structure.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Begrenzung der Amplitude der relativen Verschiebung von zwei Elementen einer Tiefbaustruktur und zum Aufnehmen der Verformungsenergie der genannten Struktur bei versehentlichem Ansprechen derselben, wobei die genannte Vorrichtung (1) Folgendes umfasst:

- wenigstens einen Teil, der geeignet ist, bei der relativen Verschiebung der beiden Elemente der genannten Struktur einer plastischen Verformung unterzogen zu werden,
- Führungsmittel der plastischen Verformung des Teils, der geeignet ist, einer plastischen Verformung unterzogen zu werden,

wobei die genannte Vorrichtung (1) **dadurch gekennzeichnet ist, dass** der genannte Teil, der geeignet ist, einer plastischen Verformung unterzogen zu werden, und die genannten Führungsmittel ein Element aus einem Block bilden.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teil, der geeignet ist, einer plastischen Verformung unterzogen zu werden, wenigstens eine mit den Führungsmitteln der plastischen Verformung auf der Höhe einer ihrer Enden verbundene Stange (2) umfasst und dass die Führungsmittel der plastischen Verformung wenigstens eine wenigstens eine gekrümmte Fläche (5), auf der der Teil, der geeignet ist, einer plastischen Verformung unterzogen zu werden, bei der genannten Verformung geknickt wird, definierende Biegungsschablone (3) umfassen.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Höhe der Kontaktlinie (6) zwischen der Schablone (3) und dem Ende (4), der mit den Führungsmitteln verbunden Stange (2) die gekrümmte Fläche (5) die genannte Stange (2) tangiert, wobei die gekrümmte Fläche (5) im Verhältnis zur Stange (2) abweicht, wenn man sich von der Kontaktlinie (6) entfernt, wobei die Konvexität der gekrümmten Fläche (5) zur Stange (2) gerichtet ist.
4. Vorrichtung gemäß Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stange (2) einen rechteckigen Querschnitt hat und dass der Krümmungsradius der genannten gekrümmten Fläche (5) in einem beliebigen Punkt der von der Biegungsschablone (3) definierten gekrümmten Fläche (5) proportional zur auf der Höhe eines Punktes der genannten Stange (2) gemessenen Breite der Stange (2) ist, der dazu bestimmt ist, bei der plastischen Verformung mit dem genannten Punkt der gekrümmten Fläche (5) in Kontakt zu kommen.
5. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsmittel der plastischen Verformung wenigstens zwei auf jeder Seite der Stange (2) angeordnete und im Verhältnis zu einer medianen Ebene (P_2) der genannten Stange (2) symmetrische gekrümmte Flächen (5, 5') definieren.
6. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie aus einem aus der aus Stählen, Metalllegierungen und Verbundmaterial mit Metallmatrize bestehenden Gruppe ausgewählten Material ausgewählt wird.
7. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie durch Ausschneiden aus einem Metallblech geformt wird.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mehrere identische, übereinander gelagerte Elemente aus einem Block (14) umfasst.
9. Vorrichtung gemäß Anspruch 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie wenigstens ein an wenigstens einer Schablone festes Halterungselement (13) umfasst, dessen einer Abschnitt seiner Fläche wenigstens an einer Stange (2) anliegt, wobei das genannte Halterungselement (13) zur Begrenzung der Ablenkung der Vorrichtung (1) bei der Verformung der genannten Vorrichtung (1) bestimmt ist.
10. Vorrichtung gemäß Anspruch 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine an jedem ihrer Enden (4) mit einer Krümmungsschablone (3) verbundene Stange (2) umfasst, wobei jede der Schablonen (3) zwei auf jeder Seite der Stange (2) angeordnete gekrümmte Flächen (5) definiert.
11. Vorrichtung gemäß Anspruch 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Vielzahl von in ein und derselben Ebene (P_1) deutlich parallel zueinander angeordnete Stangen (2) zwischen zwei deutlich parallelen geraden Linien (D_1 , D_2) umfasst, wobei die Enden jeder Stange (2), die auf einer ersten geraden Linie (D_1) angeordnet sind, mit einer ersten Krümmungsschablone (3) verbunden sind und die Enden jeder Stange (2), die auf der zweiten geraden Linie (D_2) angeordnet sind, mit einer zweiten Krümmungsschablone (3') verbunden sind, wobei die beiden Schablonen (3, 3') sich in der genannten, deutlich senkrecht zu den genannten Stangen (2) liegenden Ebene (P_1) befinden und jede auf jeder Seite der Stangen (2) eine gekrümmte Fläche (5) definieren.
12. Vorrichtung gemäß Anspruch 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Folgendes umfasst:
 - vier kreuzförmig in ein und derselben Ebene (P_1) und deutlich senkrecht zueinander angeordnete Stangen (2),
 - vier kreuzförmig in der genannten Ebene (P_1) deutlich symmetrisch angeordnete Krümmungsschablonen (3), wobei jede Schablone (3) zwischen zwei Stangen (2) positioniert ist,
 wobei die genannten Schablonen (3) jede zwei gekrümmte Flächen (5, 5') definieren, so dass eine gekrümmte Fläche (5) auf jeder Seite jeder der Stange (2) angeordnet ist.
13. Vorrichtung gemäß Anspruch 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in ein und derselben Ebene (P_1) Folgendes umfasst:

- zwei fluchtgerade angeordnete und aneinander durch eines ihrer Enden (4) miteinander verbundene Stangen (2)
 - zwei senkrecht zu den Stangen (2) auf der Höhe des gemeinsamen Endes (4) der genannten Stangen (2) angeordneten Schenkel (19), so dass ein Kreuz gebildet wird,
 - zwei auf jeder Seite der beiden Stangen (2) angeordnete Krümmungsschablonen (3) auf der Höhe des gemeinsamen Endes (4) der genannten zwei Stangen (2), wobei jede Schablone (3) eine gekrümmte Fläche (5) für jede der beiden Stangen (2) definiert.
14. Vorrichtung gemäß Anspruch 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ende (23) der Stange (4), das nicht mit den Führungsmitteln verbunden ist, eine abgerundete Form aufweist oder mit einem Gelenk ausgestattet ist.
15. Tiefbaustruktur mit Stürzen (17) und einer Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte Vorrichtung (1) deutlich horizontal auf den Stürzen (17) positioniert und befestigt ist.
16. Tiefbaustruktur im Porticus mit deutlich horizontalen Balken (10) und deutlich vertikalen Pfeilern (11), die deutlich rechteckige elementare Maschen bilden, wobei die genannte Struktur wenigstens eine Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 11 umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Struktur vier kreuzförmig angeordnete Gitterstäbe (12) umfasst, wobei jeder Gitterstab (12) an einem seiner Enden an einem Winkel der genannten Masche fest ist, wobei zwei anliegende Gitterstäbe (12) am anderen ihrer Enden an einer ersten Schablone (3) der genannten Vorrichtung (1) befestigt sind, wobei die beiden anderen Gitterstäbe (12) am anderen ihrer Enden an der zweiten Schablone (3') der genannten Vorrichtung (1) befestigt sind.
17. Tiefbaustruktur im Porticus mit deutlich horizontalen Balken (10) und deutlich vertikalen Pfeilern (11), die deutlich rechteckige elementare Maschen bilden, wobei die genannte Struktur wenigstens eine Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 12 umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie acht auf folgende Weise angeordnete Gitterstäbe (16) umfasst:
- auf der Höhe jeden Winkels der genannten Masche sind zwei Gitterstäbe (16) durch eines ihrer Enden befestigt,
 - zwei an zwei anliegenden Winkeln befestigte Gitterstäbe (16) sind durch ihr anderes Ende an ein und derselben Stange (2) der genannten Vorrichtung (1) befestigt.
18. Tiefbaustruktur im Porticus mit deutlich horizontalen Balken (10) und deutlich vertikalen Pfeilern (11), die deutlich elementare rechteckige Maschen bilden, wobei die genannte Struktur wenigstens eine Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 13 umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) auf der Höhe des Schnittpunktes zwischen Balken (10) und Pfeilern (11) positioniert ist, wobei die Stangen (2) der Vorrichtung (1) deutlich horizontal auf den Balken (10) befestigt sind und die Schenkel (19) deutlich vertikal auf den Pfeilern (11) befestigt sind.
19. Tiefbaustruktur mit wenigstens zwei Teilen (20, 21), zwischen denen seismische Isolatoren (22) angebracht sind, und mit wenigstens einer Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsmittel auf einem ersten Teil (21) der genannten Struktur befestigt sind, und dass das Ende (23) der Stange (2), das nicht mit den Führungsmitteln verbunden ist, zum Gleiten in einer auf einem zweiten Teil (20) der genannten Struktur befestigten Schiene (24) geeignet ist.
20. Tiefbaustruktur mit wenigstens zwei Teilen (20, 21) und wenigstens einer Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zum gemeinsamen Ende der Stangen (2) ausgerichtete zentrale Teil der Vorrichtung (1) mit einem an einem Teil (20) der genannten Struktur befestigten Stützgerät (30) verbunden ist und dass das Ende jedes Schenkels (19) und / oder der Stangen (2), das nicht mit den Führungsmitteln verbunden ist, zum Gleiten in einer auf dem anderen Teil (21) der genannten Struktur befestigten Schiene (24) geeignet ist.

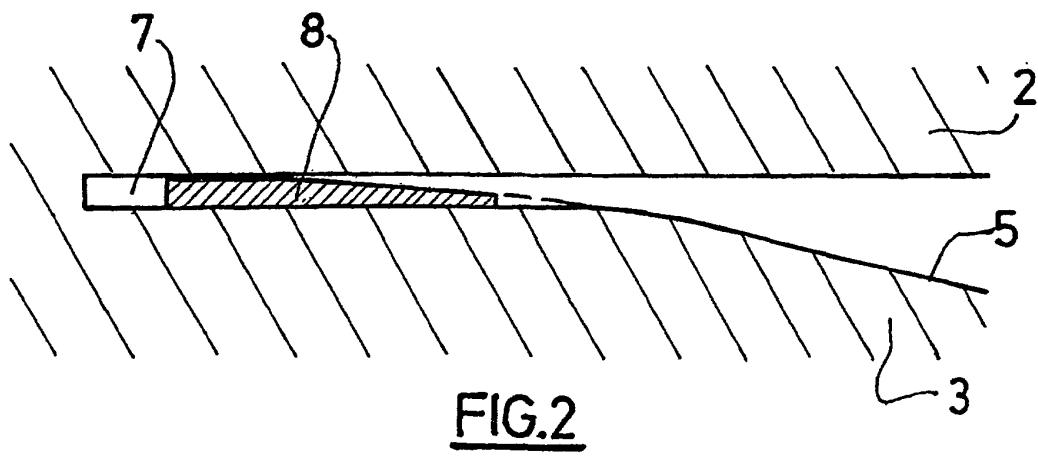
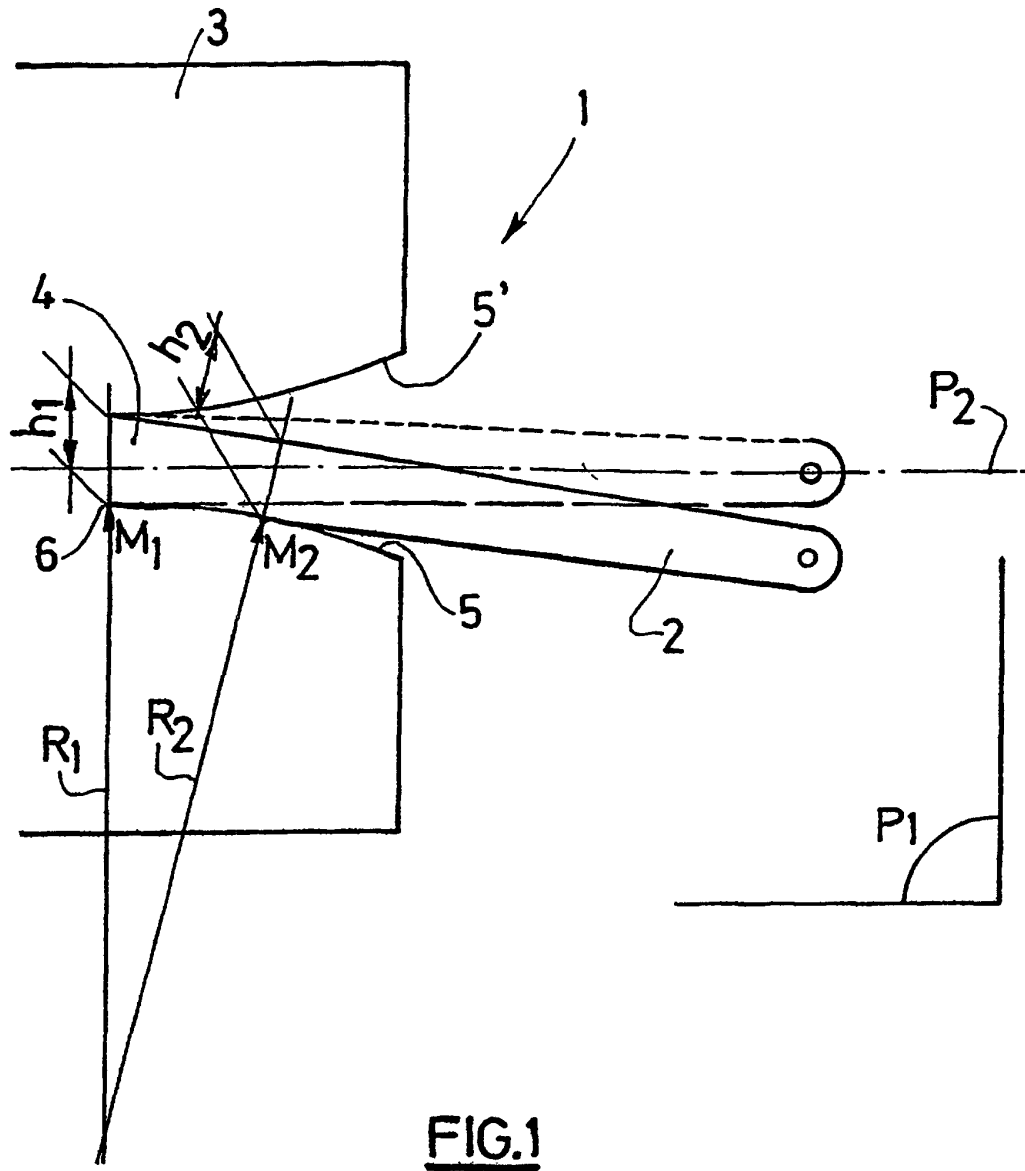
Claims

1. Device (1) for limiting the amplitude of the relative movement of two elements of a civil engineering structure and absorbing the deformation energy of said structure when the latter is subjected to an accidental stress, said device (1) including :
- at least one portion able to undergo a plastic warping during the relative movement of the two elements of said structure,
 - means for guiding the plastic deformation of the portion able to undergo a plastic deformation,
- said device (1) being **characterised in that** said portion able to undergo a plastic deformation and said guiding means form a single piece element.

2. Device according to claim 1, **characterised in that** the portion able to undergo a plastic deformation includes at least one bar (2) linked to the means for guiding plastic deformation at the level of one of its extremities (4), and **in that** the plastic deformation guiding means include at least one curving template (3) defining at least one curved surface (5) on which the portion undergoing a plastic deformation folds during said deformation.
3. Device according to claim 2, **characterised in that** at the level of the contact line (6) between the template (3) and the extremity (4) of the bar (2) linked to the guiding means, the curved surface (5) is tangent to said bar (2), the curved surface (5) diverging with respect to the bar (2) when seen from the contact line (6), the convexity of the curved surface (5) being directed towards the bar (2).
4. Device according to claim 2 or 3, **characterised in that** the bar (2) has a rectangular cross section and **in that** at any point of the curved surface (5) defined by the curving template (3), the radius of curvature of said curved surface (5) is proportional to the width of the bar (2) measured at the level of a point of said bar (2) intended to come into contact with said point of the curved surface (5) at the time of plastic deformation.
5. Device according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the plastic deformation guiding means define at least two curved surfaces (5, 5') placed on both sides of the bar (2) and symmetrical with respect to a median plane (P2) of said bar (2).
6. Device according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** it is formed in a material selected from the group including steels, metal alloys and metal die composites.
7. Device according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** it is formed by the cutting of a metal plate.
8. Device according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** it includes several identical superimposed single piece elements (14).
9. Device according to one of claims 2 to 8, **characterised in that** it includes at least one support element (13) fixed to at least one template and having one portion of its surface adjacent to at least one bar (2), said support element (13) being used to limit the tilting of the device (1) when the latter is warped.
10. Device according to one claims 2 to 9, **characterised in that** it includes a bar (2) linked at each of its extremities (4) to a curving template (3), each of the templates (3) defining two curved surfaces (5) placed on both sides of the bar (2).
11. Device according to one of claims 2 to 9, **characterised in that** it includes a plurality of bars (2) placed approximately parallel to one another inside a given plane (P1) between two approximately parallel straight lines (D1, D2), the extremities of each of the bars (2), which are aligned on a first straight line (D1), being linked to a first curving template (3) and the extremities of the bars (2), which are aligned on the second straight line (D2), being linked to a second curving template (3'), the two templates (3, 3') being situated inside said plane (P1) approximately perpendicular to said bars (2) and each defining a curved surface (5) on both sides of each of the bars (2).
12. Device according to one of claims 2 to 9, **characterised in that** it includes :
- four bars (2) disposed crosswise inside a given plane (P1) and approximately perpendicular to one another,
 - four curving templates (3) disposed crosswise in said plane (P1) approximately symmetrically, each of the templates (3) being positioned between two bars (2), said templates (3) each defining two curved surfaces (5, 5')
- so that one curved surface (5) is placed on both sides of each of the bars (2).
13. Device according to one of claims 2 to 9, **characterised in that** it includes in a given plane (P1) :
- two aligned bars (2) linked to each other by one of their extremities (4),
 - two arms (19) placed perpendicular to the bars (2) at the level of the common extremity (4) of said bars (2) so as to form a cross,
 - two curving templates (3) placed on both sides of the two bars (2) at the level of the common extremity (4) of said two bars (2), each template (3) defining one curved surface (5) for each of the two bars (2).
14. Device according to one of claims 2 to 9, **characterised in that** the extremity (23) of the bar (4) not linked to the guiding means is round or is fitted with a joint.
15. Civil engineering structure including lintels (17) and comprising a device (1) according to claim 10, **characterised in that** said device (1) is positioned and fixed approximately horizontally on the lintels (17).

16. Civil engineering portico structure including approximately horizontal girders (10) and approximately vertical poles (11) forming approximately rectangular elementary meshes, said structure including at least one device (1) according to claim 11, **characterised in that** the structure comprises four bars (12) disposed crosswise, each bar (12) being fixed at one of its extremities to an angle of said mesh, two adjacent bars (12) being fixed at the other of their extremities to a first template (3) of said device (1), the other two bars (12) being fixed at the other of their extremities to the second template (3') of said device (1). 5 10
17. Civil engineering portico structure including approximately horizontal girders (10) and approximately vertical poles (11) forming approximately rectangular elementary meshes, said structure including at least one device (1) according to claim 12, **characterised in that** it comprises eight bars (16) placed so that: 15 20
- at the level of each angle of said mesh two bars (16) are fixed by one of their extremities,
 - two bars (16) fixed at two adjacent angles are linked via their other extremity to a given bar (2) of said device (1). 25
18. Civil engineering portico structure including approximately horizontal girders (10) and approximately vertical poles (11) forming approximately rectangular elementary meshes, said structure including at least one device (1) according to claim 13, **characterised in that** the device (1) is positioned at the level of the intersection between the girders (10) and poles (11), the bars (2) of the device (1) being fixed approximately horizontally on the girders (10) and the arms (19) approximately vertically on the poles (11). 30 35 40
19. Civil engineering structure including at least two portions (20, 21) between which seismic isolators (22) are placed and including at least one device (1) according to claim 14, **characterised in that** the guiding means are secured to a first portion (21) of said structure and **in that** the extremity (23) of the bar (2) not linked to said guiding means is able to slide in a slide (24) secured to a second portion (20) of said structure. 45 50
20. Civil engineering structure including at least two portions (20, 21) and at least one device (1) according to claim 12 or 13, **characterised in that** the central portion of the device (1) situated towards the common extremity of the bars (2) is linked to a support device (30) fixed to one portion (20) of said structure and **in that** the extremity of each of the arms (19) and/or bars (2) not linked to the guiding 55

means is able to slide in a slide (24) secured to another portion (21) of said structure.



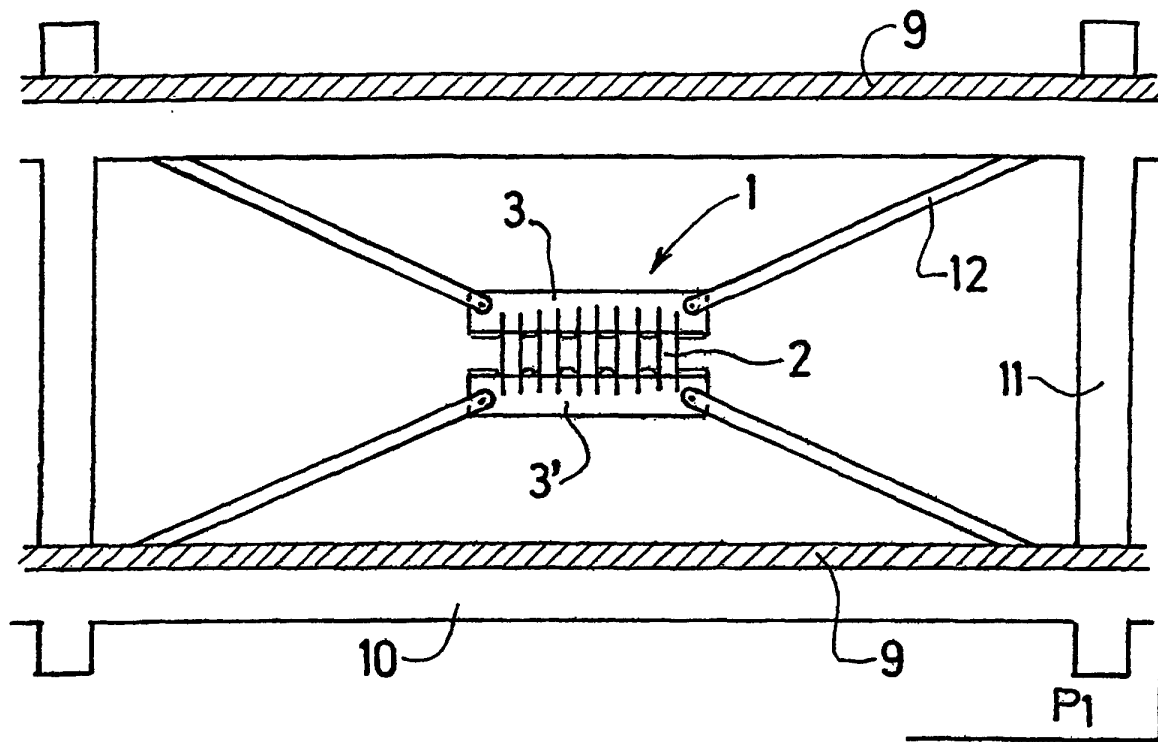


FIG.3

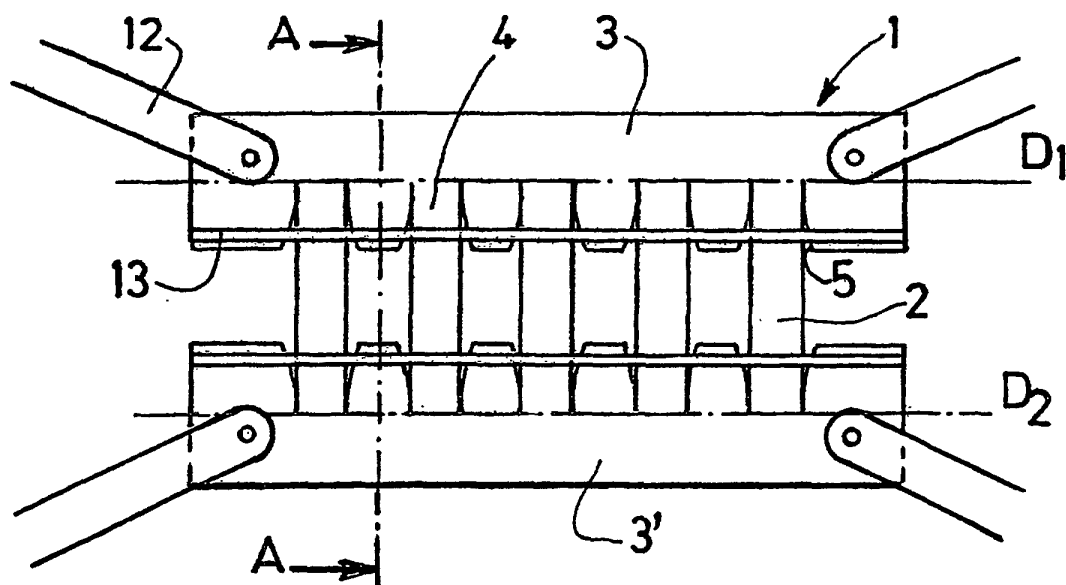


FIG.4

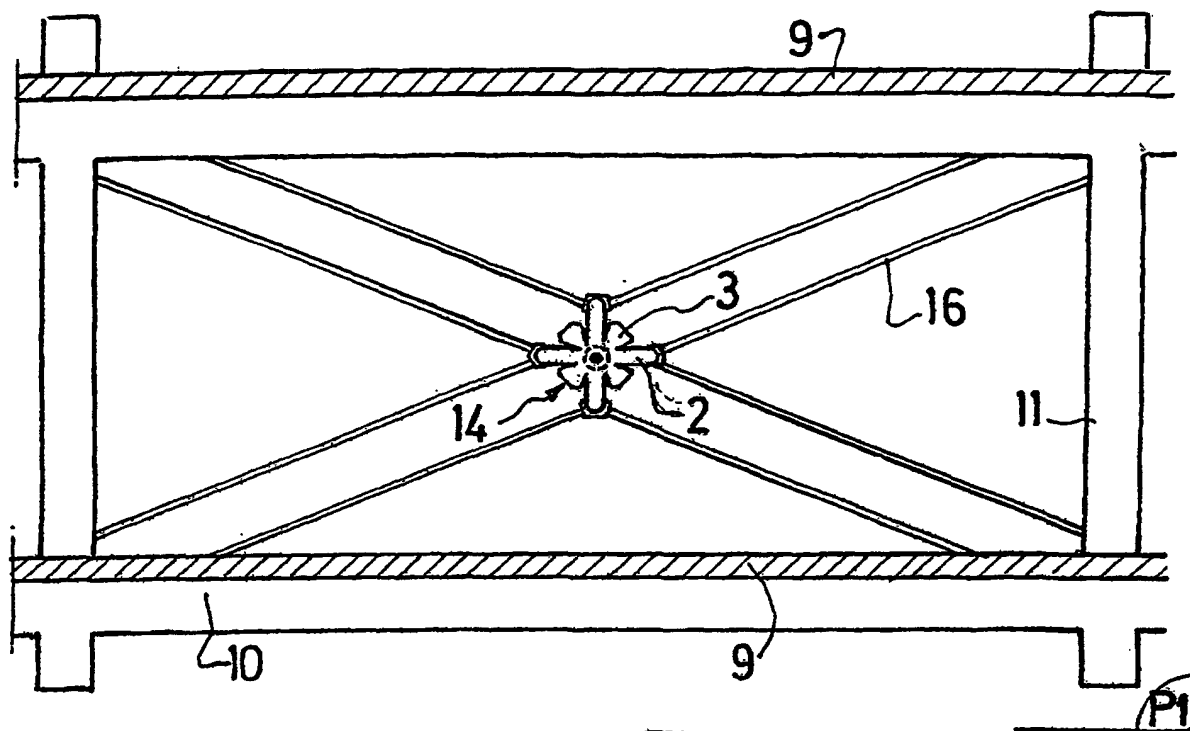


FIG. 6

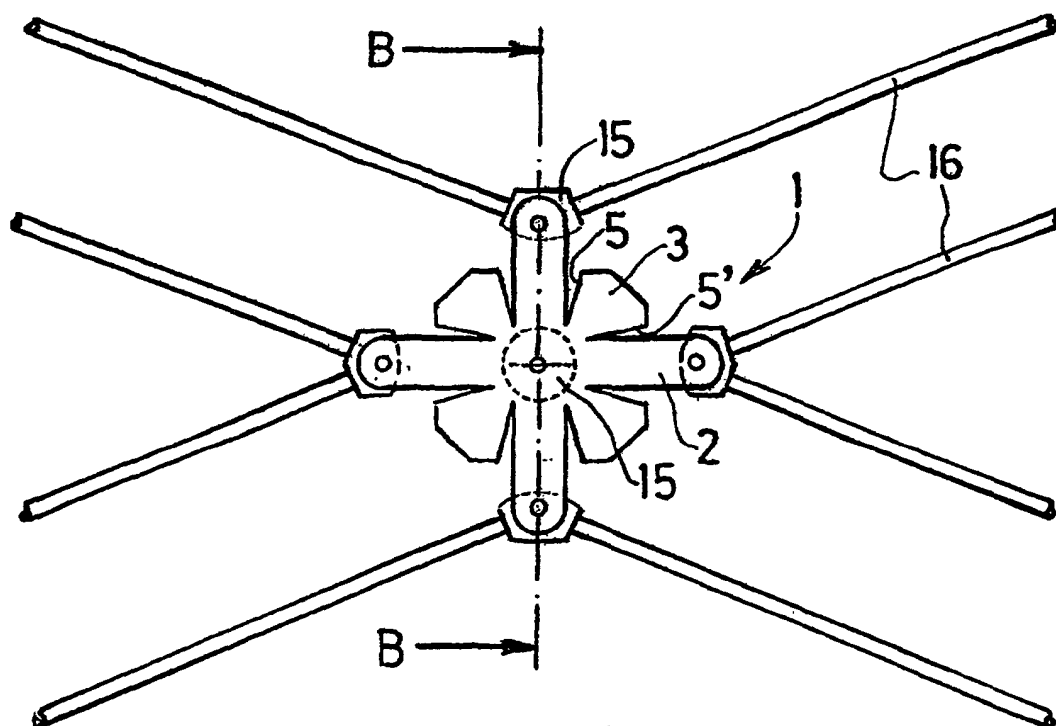


FIG. 7

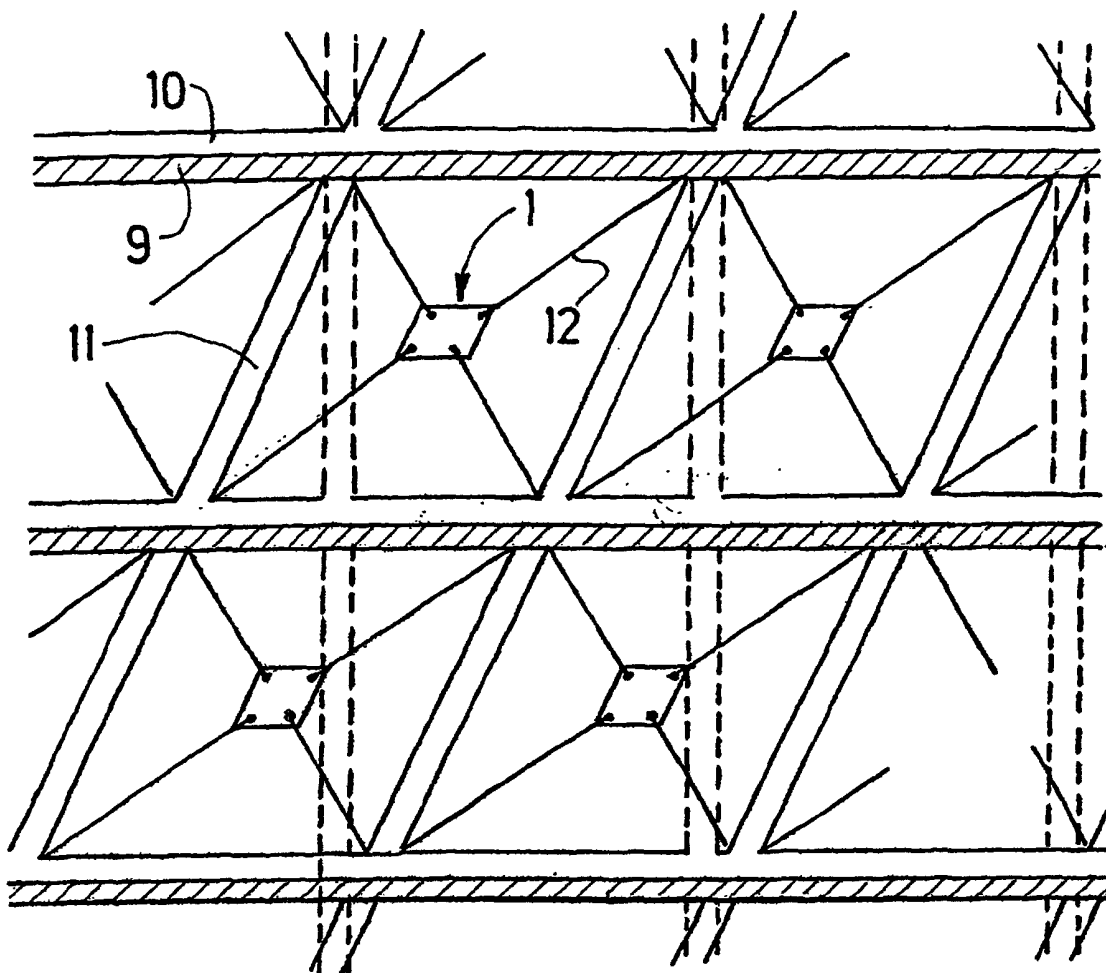


FIG. 9

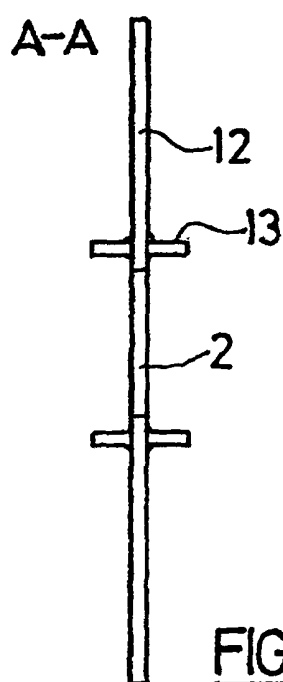


FIG. 5

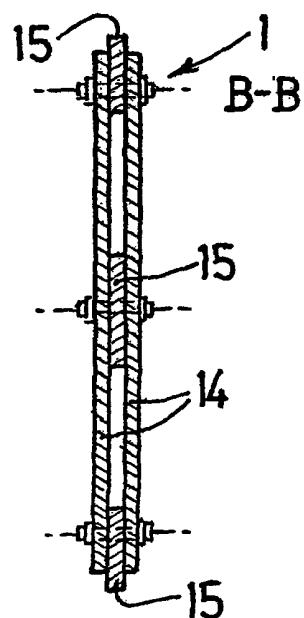
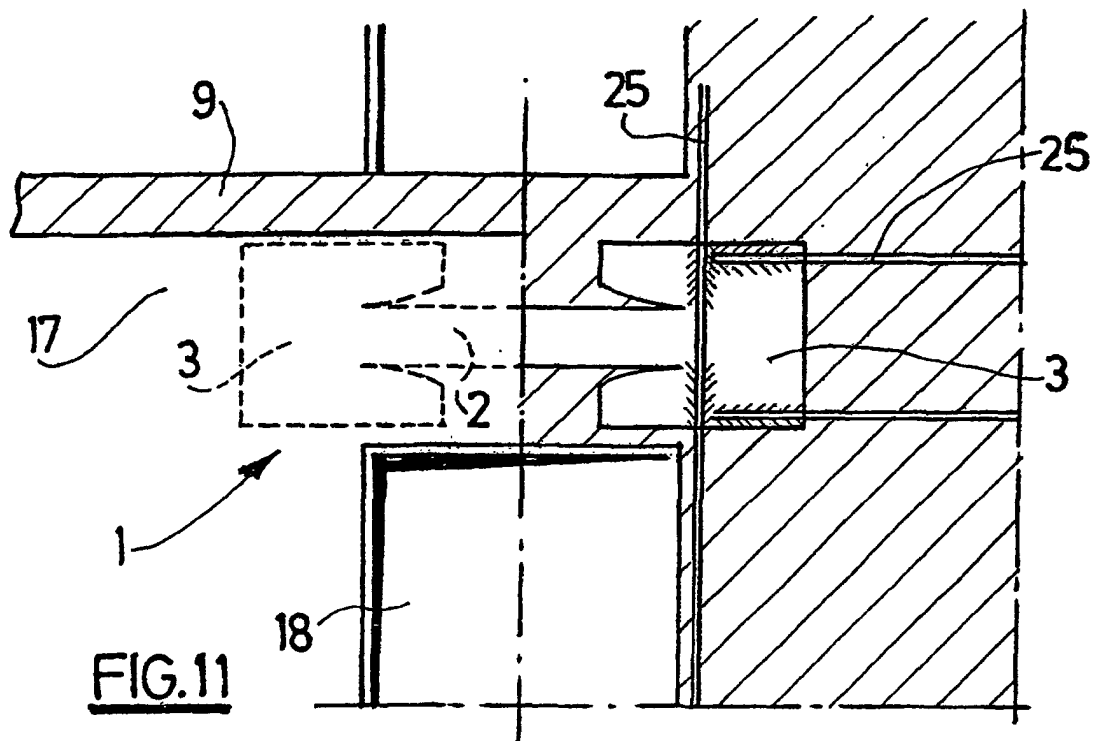
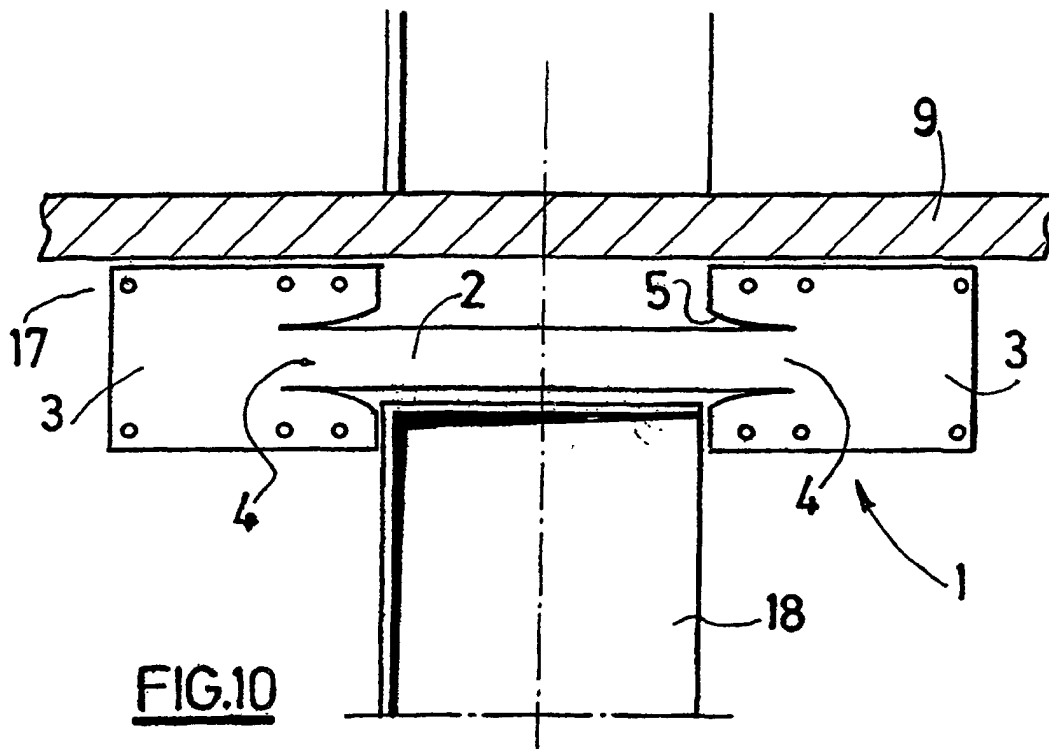


FIG. 8



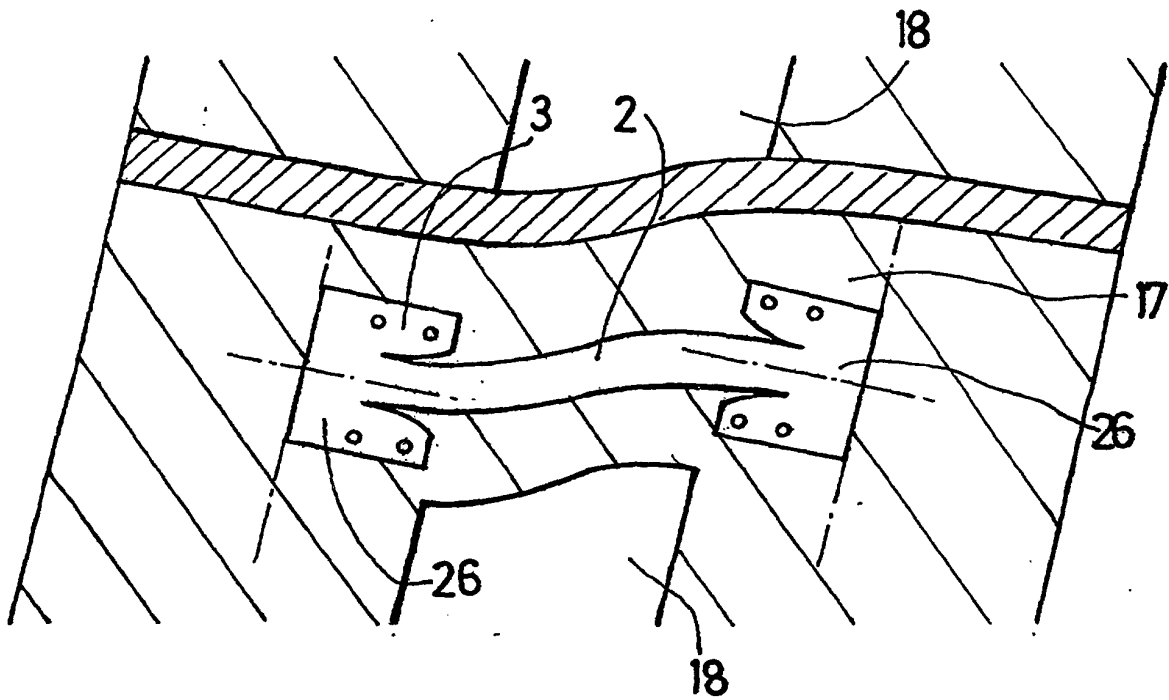


FIG. 12

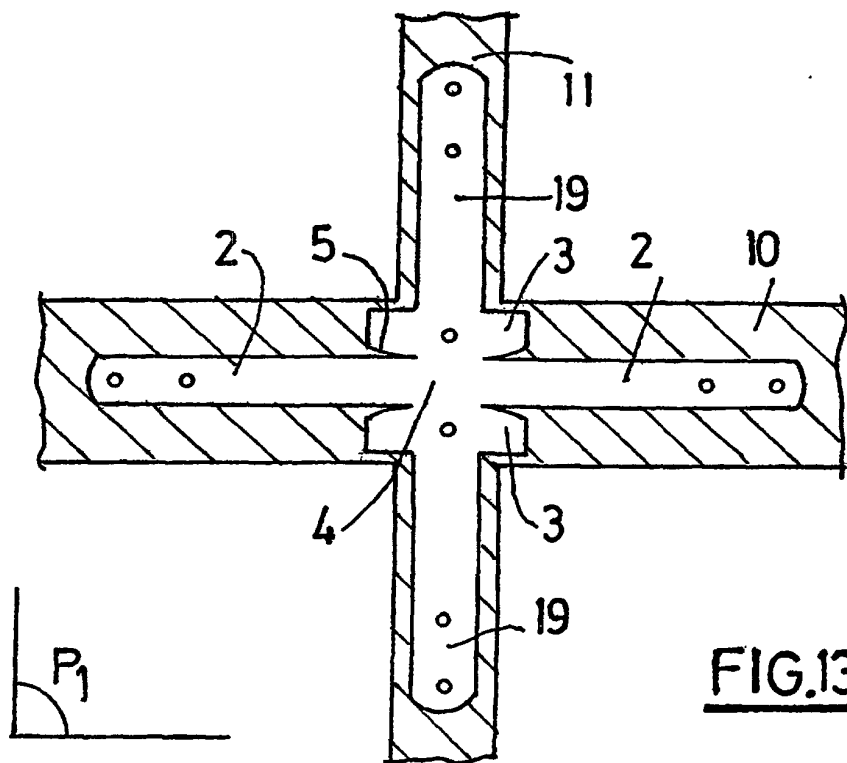
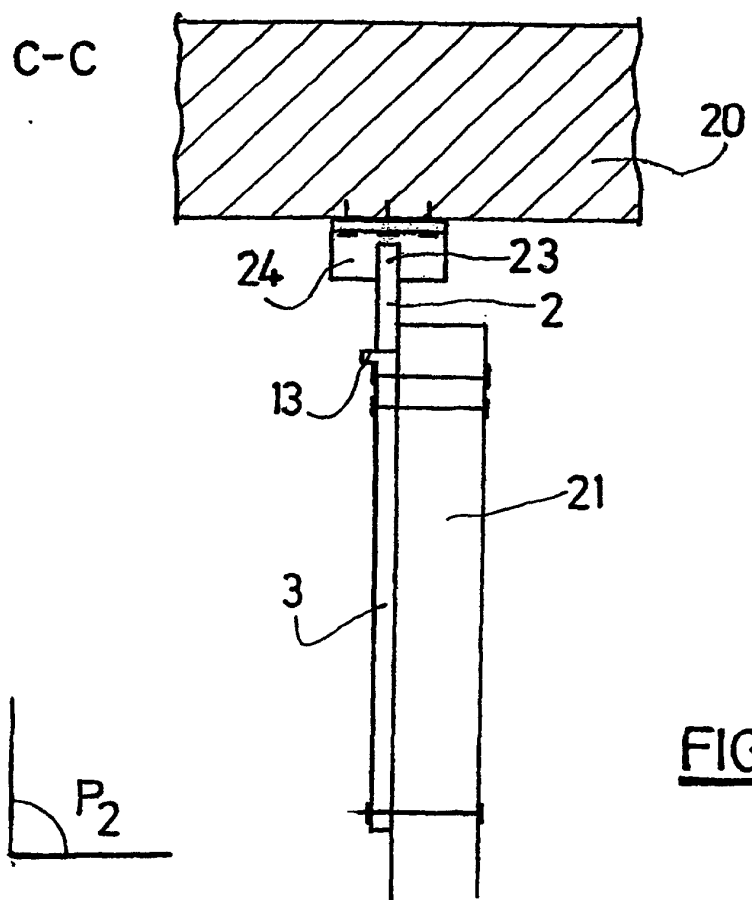
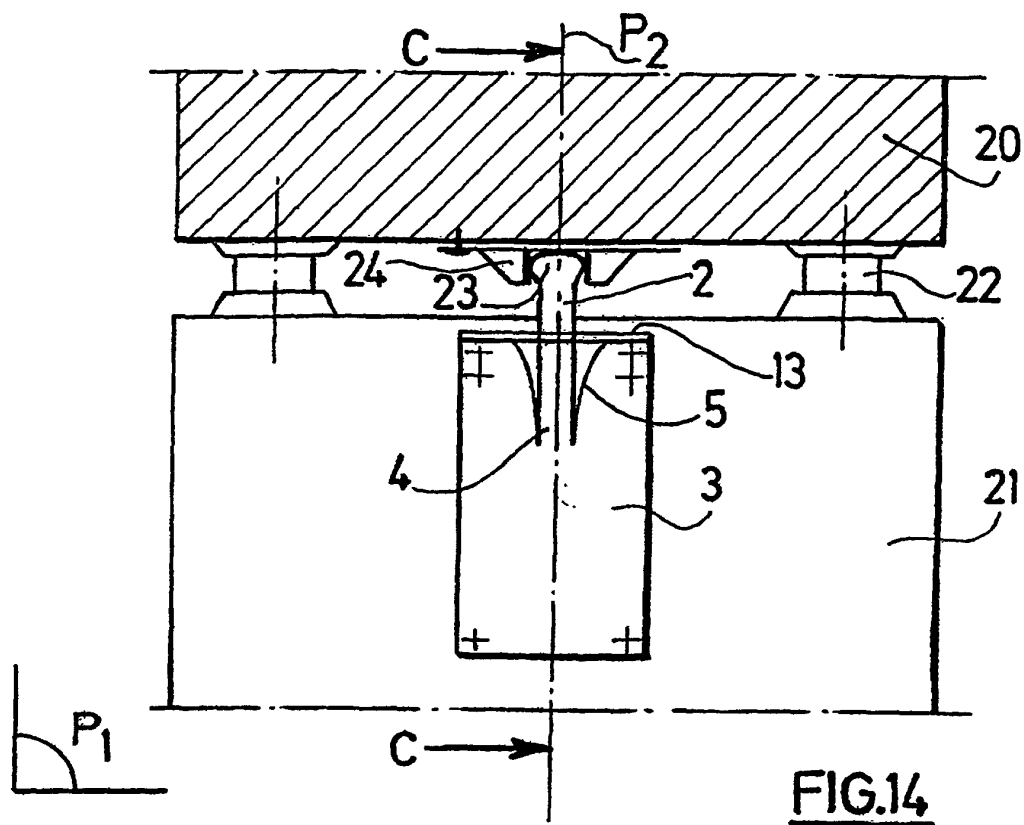


FIG.13



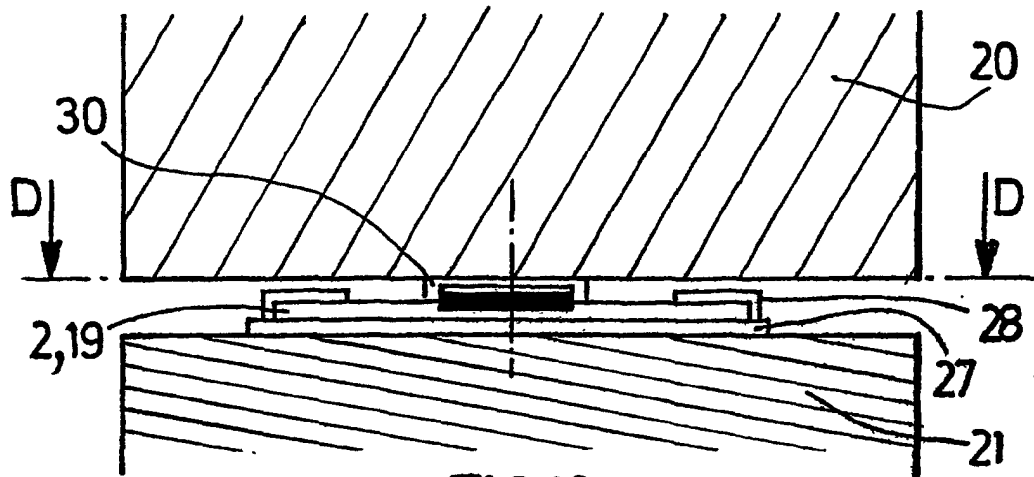


FIG.16

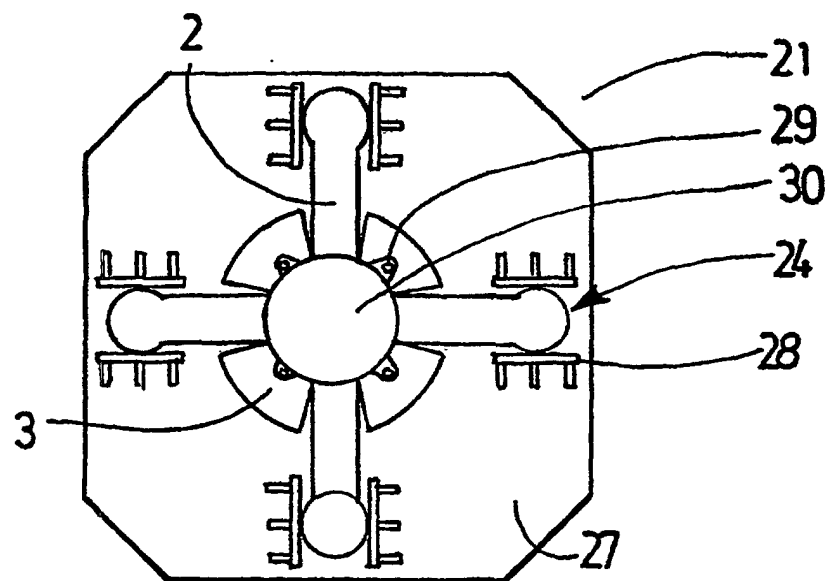


FIG.17