

12

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 84402550.2

51 Int. Cl.\*: **E 02 B 17/00**

22 Date de dépôt: 11.12.84

30 Priorité: 14.12.83 FR 8320091

71 Demandeur: **BOUYGUES, 381, Avenue du Général de Gaulle, F-92142 Clamart (FR)**

43 Date de publication de la demande: 26.06.85  
Bulletin 85/26

72 Inventeur: **Richard, Pierre, 45, rue de Chézy, F-92200 Neully-Sur-Seine (FR)**

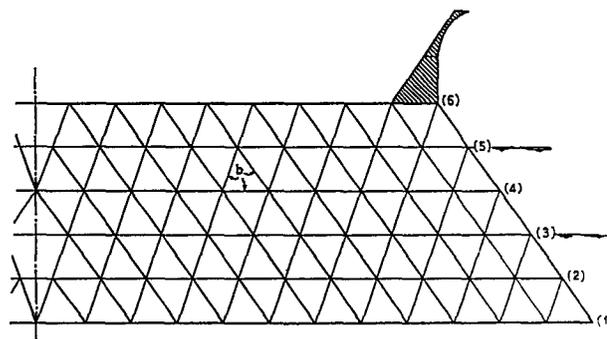
84 Etats contractants désignés: **BE DE FR GB IT NL SE**

74 Mandataire: **Schrimpf, Robert et al, Cabinet Regimbeau 26, Avenue Kléber, F-75116 Paris (FR)**

54 **Embase un béton de type ballastable pour plate-forme en mer.**

57 Cette embase est constituée par un volume formé par un treillis rigide tridimensionnel en barres de béton assemblées en des nœuds en béton, certains nœuds étant reliés entre eux par des câbles de serrage qui passent à l'extérieur des barres et qui traversent éventuellement des nœuds intermédiaires, ces câbles réalisant une précontrainte tridimensionnelle de l'ensemble du treillis, l'embase comprenant des moyens pour rendre étanches à l'eau les côtés et le fond du treillis.

Application aux embases en béton de type ballastable, notamment pour plates-formes en mer.



**EP 0 146 468 A2**

EMBASE EN BETON DE TYPE BALLASTABLE POUR PLATE-FORME  
EN MER.

BOUYGUES

La présente invention concerne des  
constructions en béton.

Un but de l'invention est de fournir une  
construction en béton apte à constituer une embase  
5 ballastable pour une plate-forme en mer.

Un autre but de l'invention est de fournir  
une construction en béton apte à constituer un treillis  
porteur tridimensionnel.

On connaît des embases en béton ballastables  
10 de plates-formes en mer constituées par des parois  
pleines en béton. Ces embases peuvent convenir pour des  
plates-formes destinées à des mers froides car elles ont  
une résistance suffisante pour résister à la pression  
des glaces qui peut être très importante mais elle  
15 présente l'inconvénient d'avoir un poids très élevé. On

a cherché à réduire ce poids en utilisant des bétons légers mais cette solution est très coûteuse et ne donne pas toute satisfaction.

5 La présente invention vise à fournir une  
embase qui puisse être en béton normal, qui offre une  
résistance maximale et qui cependant soit d'un poids  
raisonnable.

10 L'embase de la présente invention est  
essentiellement constituée par un volume formé par un  
treillis tridimensionnel rigide en barres de béton  
assemblées en des noeuds en béton, certains noeuds étant  
reliés entre eux par des câbles de serrage qui passent  
à l'extérieur des barres et qui traversent éventuelle-  
ment des noeuds intermédiaires, ces câbles réalisant  
15 une précontrainte tridimensionnelle de l'ensemble du  
treillis, l'embase comprenant des moyens pour rendre  
étanches à l'eau les côtés et le fond du treillis.

20 On connaît le concept d'un treillis  
tridimensionnel en béton mais on n'a pas, jusqu'à  
présent, utilisé un tel treillis pour l'application  
spécifique envisagée ci-dessus en combinaison avec des  
câbles de précontrainte de l'ensemble du treillis et  
en combinaison avec des côtés et un fond étanches.

25 D'autre part, on ne connaît pas, jusqu'à  
présent, une technique industrielle permettant de  
réaliser un treillis en béton dans des conditions  
acceptables et un but de l'invention est également de  
fournir une telle technique et de l'appliquer aussi bien  
à la réalisation d'une embase de plate-forme qu'à tout  
30 autre réalisation.

Selon l'invention, le treillis est constitué  
d'un assemblage de blocs préfabriqués par moulage, chaque  
bloc comportant un noyau et une pluralité de bras qui  
rayonnent à partir du noyau, chaque bras présentant au  
35 moins un logement longitudinal débouchant à l'extrémité

libre du bras, les bras étant assemblés deux à deux en alignement pour constituer les barres du treillis, les logements des bras assemblés étant alignés et contenant une armature métallique commune, la zone de jonction des bras assemblés étant entourée par un manchon d'étanchéité, lesdits logements étant remplis de mortier durci, et ledit treillis étant serré par des câbles de précontrainte qui passent à l'extérieur des barres du treillis et qui sont fixés à des noeuds du treillis.

On décrira ci-après des réalisations conformes à la présente invention, en référence aux figures du dessin joint sur lequel :

- la figure 1 est une demi-coupe verticale d'une embase de plate-forme conforme à l'invention ;
- la figure 2 est un ensemble de plans de coupe horizontaux de l'embase à différents niveaux ;
- la figure 3 est un schéma d'un bloc de constitution du treillis de l'embase ;
- la figure 4 est un schéma d'assemblage de deux bras pour réaliser une barre du treillis ;
- la figure 5 est un schéma d'une pyramide de fond de l'embase,
- la figure 6 est un schéma d'une partie de façade latérale de l'embase ;
- la figure 7 est une perspective d'une variante de réalisation d'un bloc préfabriqué et d'une partie d'embase constituée au moyen de ces blocs,
- la figure 8 représente une autre variante de réalisation d'un bloc préfabriqué conforme à l'invention,
- la figure 9 est une perspective d'une partie d'embase selon une variante de réalisation de l'invention sur laquelle on a représenté une partie de façade, et

- la figure 10 est un schéma illustrant des câbles de précontrainte de l'embase.

L'embase de plate-forme représentée sur les figures 1 et 2 est une embase hexagonale dont l'arête est de 72 m. Cette embase est constituée d'un treillis qui est muni d'une façade étanche et qui comporte un fond étanche. Selon l'invention, le treillis est constitué de barres en béton assemblées en des noeuds et la façade latérale de ce treillis constitue des plans inclinés sur lesquels s'appuie la façade de l'embase.

Il est commode de constituer le treillis par un assemblage de tétraèdres réguliers, les noeuds constituant les sommets des tétraèdres et les barres étant disposées selon les arêtes des tétraèdres.

Dans cet assemblage de tétraèdres, on peut distinguer des plans inclinés où les barres forment une mosaïque de triangles équilatéraux et des plans inclinés où les barres forment une mosaïque de carrés.

On peut aussi distinguer des plans horizontaux où les barres forment une mosaïque de triangles équilatéraux.

Dans la réalisation représentée, les barres du treillis forment des carrés dans des plans inclinés à 50-60°, forment des triangles équilatéraux dans des plans inclinés à 65-75° et forment des triangles équilatéraux dans des plans horizontaux.

De préférence, les côtés du treillis comprennent alternativement des plans où les barres du treillis forment des triangles équilatéraux ou isocèles et des plans où les barres du treillis forment des carrés ou des rectangles.

Le plan de coupe de la figure 1 est un plan vertical et la vue représente une moitié du plan de coupe.

Sur la figure 2, on a représenté des plans de coupe horizontaux. De fait, la figure 2 est divisée en six portions qui représentent chacune une fraction de coupe horizontale à un certain niveau. Par exemple, les repères 1, 2, 3, 4, 5, 6 représentent des plans de coupe aux niveaux 0 m, 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m environ. Sur la fraction de la figure représentant le plan de coupe au niveau 0, on

distingue le plan inférieur du treillis qui est constitué d'une mosaïque de triangles équilatéraux A, B, C dont les côtés sont constitués par des barres du treillis et dont les sommets sont constitués par des noeuds du treillis.

Sur la fraction de la figure relative à une coupe par un plan horizontal au niveau + 5 m environ, on a représenté, par des hâchures, la partie de la façade latérale qui est située au-dessous du plan de coupe. On a agi de même pour le plan de coupe au niveau + 10 m environ et pour le plan de coupe au niveau + 25 m environ.

On notera que le plan de coupe de la figure 1 est un plan suivant la ligne A-A de la figure 2.

On réalise le treillis par toute technique appropriée et on utilise de préférence la technique suivante.

Dans cette technique selon l'invention, on moule par moulage par injection dans un moule fermé des blocs comportant un noyau central et des bras qui rayonnent à partir du noyau. Le noyau est destiné à constituer un noeud du treillis et chaque bras est destiné à constituer une partie d'une barre du treillis.

On assemble deux à deux un bras d'un bloc et un bras d'un autre bloc, les deux bras étant disposés bout à bout pour constituer ensemble une barre du treillis. On réalise ainsi de proche en proche le treillis. Dans une réalisation préférée, on réalise d'abord une partie du

niveau inférieur du treillis puis, en dégradé, une partie du niveau placé au-dessus, et ainsi de suite jusqu'au niveau supérieur, les engins nécessaires pour la mise en place des blocs pouvant rouler sur le sol de l'endroit où l'on fait le montage. On complète ensuite de proche en proche chaque niveau.

On remarquera qu'il est possible de préfabriquer tous les blocs en atelier, ce qui est particulièrement avantageux dans le cas d'une plate-forme marine de type ballastable où il est nécessaire, habituellement, de réaliser la fabrication en cale sèche.

L'invention permet d'effectuer une grande partie du travail en dehors de la cale sèche, puisque seul l'assemblage des blocs est réalisé en cale sèche.

Pour assembler deux bras, on peut utiliser tout moyen approprié et, de préférence, on munit les deux bras, à la préfabrication, de deux logements qui déboucheront l'un en face de l'autre quand les bras seront disposés bout à bout, ces deux logements étant pourvus chacun d'un passage permettant d'introduire dans les logements du mortier et, simultanément, de vider l'air des logements. Pour le montage, on place dans les deux logements une armature commune, on entoure la jonction des deux bras par un manchon et on introduit du mortier dans les deux logements jusqu'à la prise. Le manchon assure l'étanchéité latérale. On utilise de préférence un manchon en matériau thermorétractable.

On notera que le mortier qui remplit les logements peut constituer entre les faces en regard des deux bras un joint plus ou moins épais agissant comme un vérin entre les deux bras. Ce joint J plus ou moins épais permet de positionner à la demande les deux blocs préfabriqués l'un par rapport à l'autre et il en est de même de proche en proche pour tous les blocs.

On peut ainsi facilement régler les positions des noeuds, ce qui constitue un avantage très important de la technique de l'invention.

5 La figure 4 est un schéma expliquant la technique d'assemblage de deux bras, comme décrit ci-dessus. Sur ce schéma, les bras sont repérés 14,14', les noyaux correspondant 15,15', les logements correspondants 16,16', les passages des logements 17,17', le manchon 18 et l'armature 19.

10 Dans un exemple typique, les bras sont des barreaux dont la section droite s'inscrit dans un cercle de diamètre 20 à 100 cm et qui ont une longueur de 2 à 10 mètres. On donne la préférence aux barreaux de section circulaire dont le diamètre est compris dans la  
15 gamme 30-80 cm et on utilise, de préférence, pour l'assemblage des bras, un mortier ayant une haute résistance à la compression, de l'ordre de 600 à 1 000 bars.

20 De préférence, chaque bras constitue une demi-barre.

Ce choix préféré, qui permet une fabrication extrêmement rationnelle n'est pas limitatif et, dans des variantes de réalisation, les bras constituent des fractions de barre différentes d'une moitié.

25 D'autre part, on peut réunir deux bras par un élément intermédiaire au lieu de les réunir directement. Par exemple, si chaque bras constitue un tiers de barre, on réunit les deux bras par un élément intermédiaire qui constitue lui-même un tiers d'une barre.

30 L'ensemble du treillis est serré par des câbles qui réalisent une précontrainte tridimensionnelle. Ces câbles sont fixés en leurs extrémités à des noeuds du treillis.

Dans un exemple typique, un câble rencontre alternativement, et de façon répétée, une barre de treillis qu'il croise sensiblement en son milieu et orthogonalement, et un noeud du treillis qu'il traverse.

5 La figure 3 du dessin joint représente, à titre d'exemple uniquement, un bloc constitué d'un noyau 1 d'où rayonnent 12 bras (2-13) qui constituent chacun une demi-barre du treillis.

10 Dans le treillis des figures 1 et 2, on trouve ainsi des blocs à huit bras, des blocs à neuf bras et des blocs à douze bras.

15 Les blocs situés sur les plans d'extrémité du treillis, c'est-à-dire les plans qui constituent le fond, les côtés et le dessus du treillis, ont un nombre de bras inférieur, comme on le comprend.

Le fond et les côtés de l'embase sont rendus étanches.

20 Le fond étanche est, de préférence, constitué par une mosaïque de pyramides, ce qui permet de s'enfoncer à la demande dans le sol sous-jacent à l'emplacement définitif de la plate-forme.

La figure 5 est une perspective qui montre un élément de la pyramide dans l'un des tétraèdres du treillis.

25 La pyramide et le tétraèdre ont une base commune DEF mais le sommet G du tétraèdre est au-dessus du sommet H de la pyramide. Pour construire la pyramide, il est commode de faire en sorte qu'une partie de chaque face de la pyramide vienne de moulage avec le noeud correspondant du treillis. Par exemple, une moitié de la face DHE viendra  
30 de moulage avec le noeud D et l'autre moitié de la face DHE viendra de moulage avec le noeud E.

35 Les deux moitiés sont assemblées ensuite par tout procédé approprié et, par exemple, par une technique analogue à celle qui permet l'assemblage de deux bras pour former une barre.

Ainsi, les pyramides du fond de l'embase sont montées en même temps que sont montés les noeuds du niveau inférieur du treillis.

La façade de l'embase est de préférence une  
5 façade gaufrée en béton. Pour  
réaliser cette façade (figure 6), il est commode de  
préfabriquer des dièdres en béton constitués de deux plans  
P1 P2 et de solidariser ces plans avec les barres de la  
10 surface du treillis contre laquelle est appliquée la  
façade. Il est donc avantageux que dans cette surface les  
barres du treillis constituent des rectangles qui s'étendent  
dans la hauteur de la surface du treillis et les parois P1,  
P2 sont solidarisées de façon étanche avec les barres b  
15 situées le long des grands côtés du rectangle et ainsi  
de proche en proche.

Les figures 7 à 10 représentent des variantes de réalisation conformes à l'invention.

Sur la figure 7, le bloc moulé est constitué  
20 d'un noyau central sphérique 15 d'où rayonnent des bras  
cylindriques 14. On a représenté à droite du bloc une  
partie d'un treillis constitué au moyen de ces blocs et  
on voit sur ce treillis les manchons 18 qui sont montés  
sur les barres du treillis.

Sur la figure 8, on a représenté une autre  
25 variante de réalisation d'un bloc de treillis.

Sur la figure 9, on a représenté une partie  
d'un treillis. Les barres du treillis qui se trouvent  
dans les plans sous-jacents à la façade sont disposées  
suivant les côtés de carrés Q et suivant les côtés de  
30 carrés Q et suivant les côtés de triangles T qui,  
éventuellement, dessinent des trapèzes. Ces dispositions  
ne sont pas limitatives et sont données seulement à titre  
d'exemple. Sur la figure 9, on a également représenté  
une partie d'un treillis. Les barres du treillis qui se

trouvent dans les plans sous-jacents à la façade sont disposées suivant les côtés de carrés Q et suivant les côtés de triangles T qui éventuellement dessinent des trapèzes. Ces dispositions ne sont pas limitatives et  
5 sont données seulement à titre d'exemple. Sur la figure 9, on a également représenté une partie de la façade latérale. Dans cet exemple, cette façade latérale est constituée de portions de façade. En fait, chaque portion de façade est solidaire de l'un des tétraèdres du treillis  
10 et les différentes portions de façades sont rendues jointives de proche en proche par du mortier ou du béton rapporté.

La figure 10 est une vue simplifiée montrant schématiquement deux câbles de précontrainte 20,21.

15 Le câble de précontrainte 20 est rectiligne et ses extrémités sont fixées à deux noeuds 22,23 du treillis. Le câble croise plusieurs barres du treillis telles que les barres 24,25 mais reste à l'extérieur des barres. Le câble de précontrainte 21 est également attaché  
20 à ses deux extrémités à des noeuds 26,27 du treillis mais ce câble n'est pas rectiligne et il est dévié par des noeuds du treillis tels que les noeuds 28,29. Le noeud 28 est pourvu d'une gorge 30 et le noeud 29 est pourvu d'un passage interne 31 pour dévier le câble 21. Une partie  
25 seulement des bras de ces noeuds est représentée sur le dessin.

L'invention n'est pas limitée à une disposition géométrique spécifique des barres mais, de préférence, les barres des faces latérales du treillis  
30 sont disposées selon les côtés de triangles équilatéraux ou isocèles et/ou selon les côtés de rectangles ou de carrés.

Dans la réalisation représentée, les faces latérales sont des plans inclinés par rapport à la

verticale mais, dans d'autres réalisations, elles sont verticales.

Les côtés et le fond du treillis sont rendus étanches par tout moyen approprié. De préférence, on obtient l'étanchéité par une pluralité de parois en béton qui sont fixées de façon étanche ou qui sont d'une seule pièce avec les barres du treillis qui se trouvent dans les faces latérales et dans la face de fond du treillis. De préférence, les parois qui rendent étanche un côté du treillis sont disposées selon une disposition plissée, ce qui réduit les effets de la différence de température entre la partie de ce côté qui est dans l'eau et la partie de ce côté qui est au-dessus de l'eau. Une telle différence de température, qui dans les mers froides peut être de 50°C ou plus, pourrait provoquer des contraintes destructrices si les parois latérales étaient planes. Le terme "plissé" doit être compris comme un terme global qui englobe toutes configurations et toutes dimensions de plis.

L'invention s'applique notamment à la réalisation de structures en mer, y compris pour constituer des réservoirs.

REVENDEICATIONS

1.                   Embase en béton de type ballastable pour plate-forme en mer, caractérisée en ce qu'elle est essentiellement constituée par un volume formé par un treillis rigide tridimensionnel en barres de béton  
5                   assemblées en des noeuds en béton, certains noeuds étant reliés entre eux par des câbles de serrage qui passent à l'extérieur des barres et qui traversent éventuellement des noeuds intermédiaires, ces câbles réalisant une précontrainte tridimensionnelle de  
10                   l'ensemble du treillis, l'embase comprenant des moyens pour rendre étanches à l'eau les côtés et le fond du treillis.
2.                   Embase selon la revendication 1, caractérisée en ce que les barres du treillis sont  
15                   disposées suivant les arêtes de tétraèdres réguliers.
3.                   Embase selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le treillis comprend des barres qui forment des triangles équilatéraux, des triangles isocèles, des carrés ou des rectangles.
- 20                   4.                   Embase selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les moyens pour rendre étanches les côtés latéraux du treillis sont des parois étanches qui sont fixées de façon étanche à des barres du treillis ou qui sont d'une pièce avec des barres du treillis et  
25                   qui sont disposées suivant une configuration plissée.
5.                   Embase selon la revendication 4, caractérisée en ce que les parois qui rendent étanches un côté du treillis forment deux à deux des dièdres  $(P_1, P_2)$  dont la grande base rectangulaire coïncide avec des barres du  
30                   treillis qui forment ce côté.
6.                   Embase selon la revendication 1, caractérisée en ce que le fond du treillis est rendu étanche par une mosaïque de pyramides creuses (DEFH).

7.           Embase selon la revendication 6, caractérisée en ce que les pyramides ont des bases triangulaires dont les sommets (D,E,F) sont des noeuds du treillis.

8.           Embase selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les câbles comprennent des câbles rectilignes.

9.           Embase selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que certains des câbles sont déviés par des noeuds du treillis.

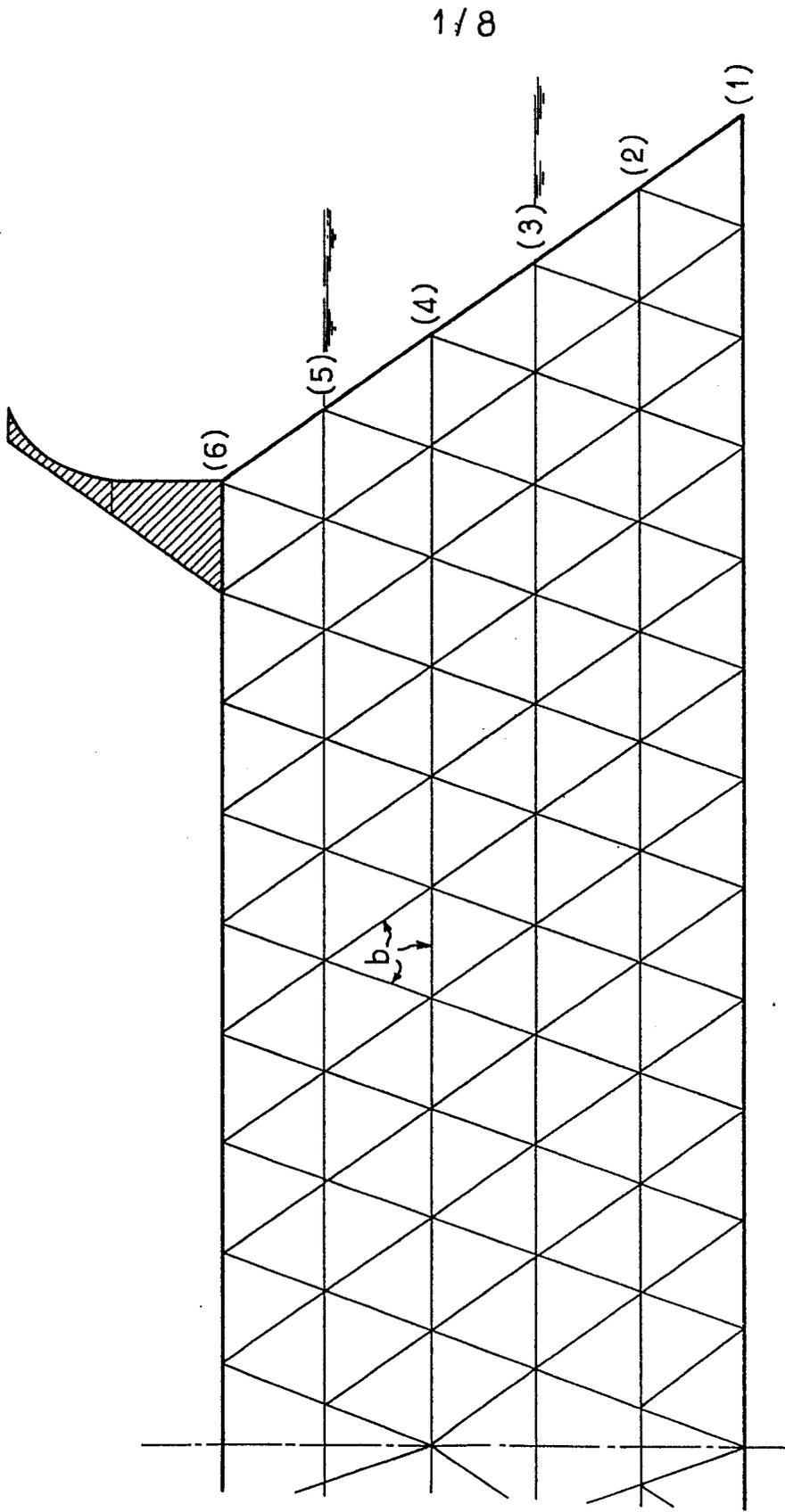


FIG.1

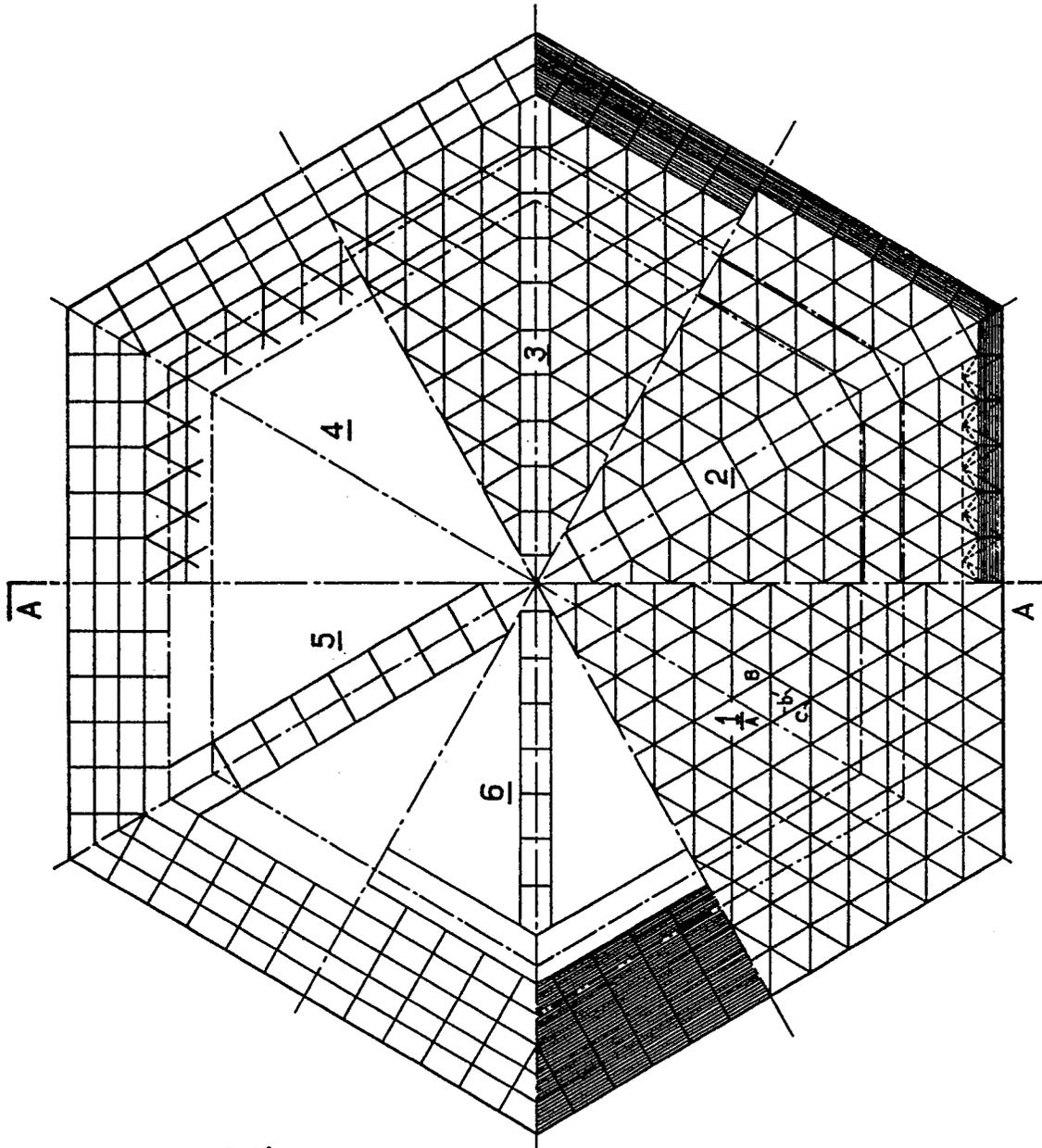


FIG. 2

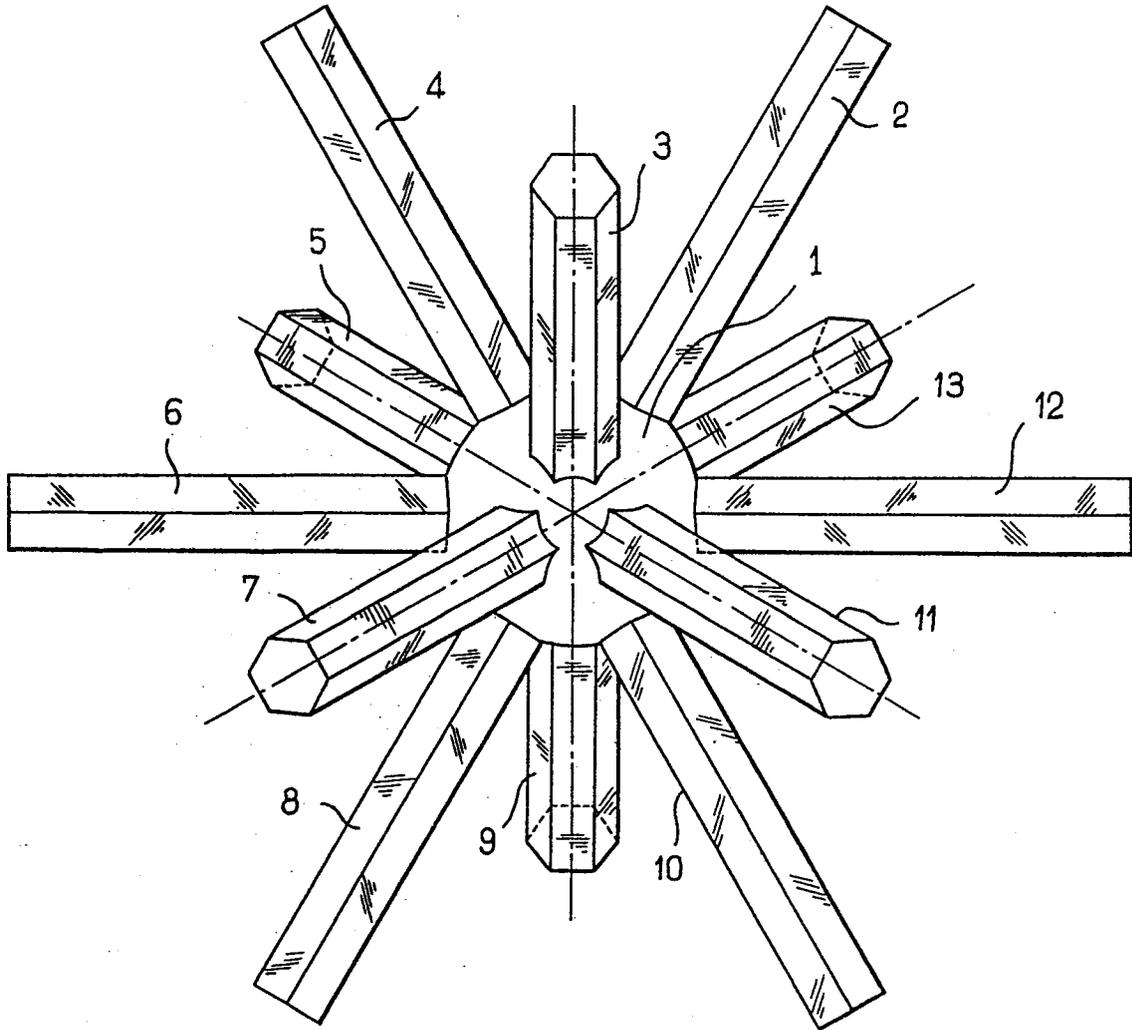


FIG. 3

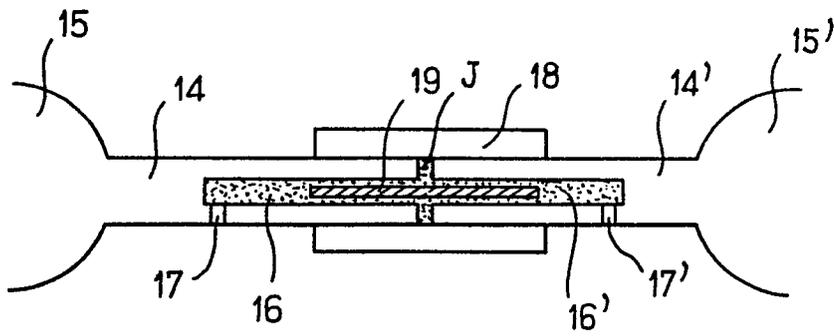


FIG. 4

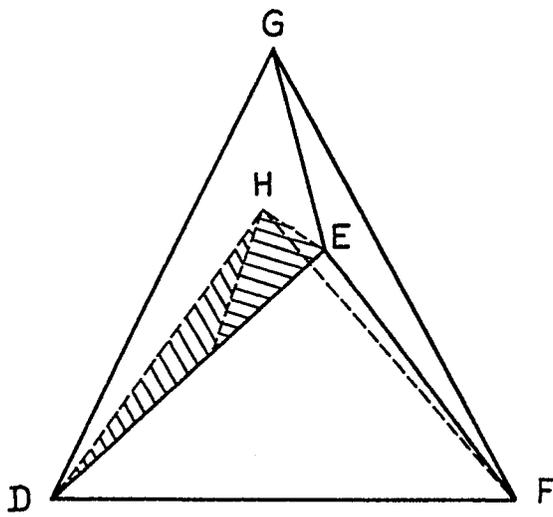


FIG. 5

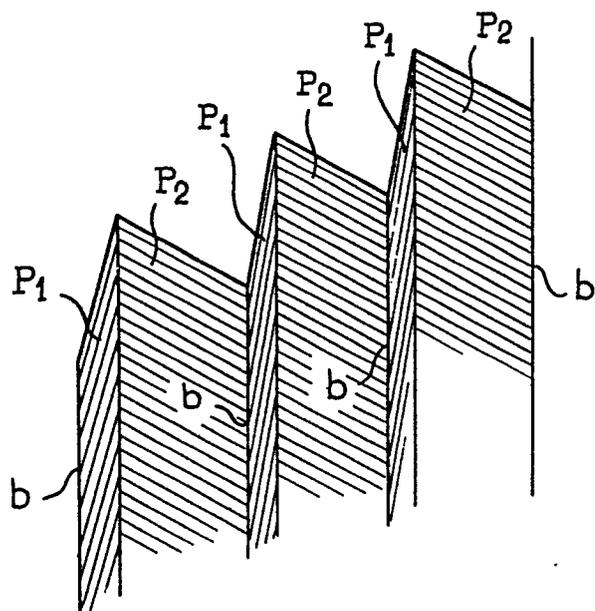


FIG. 6

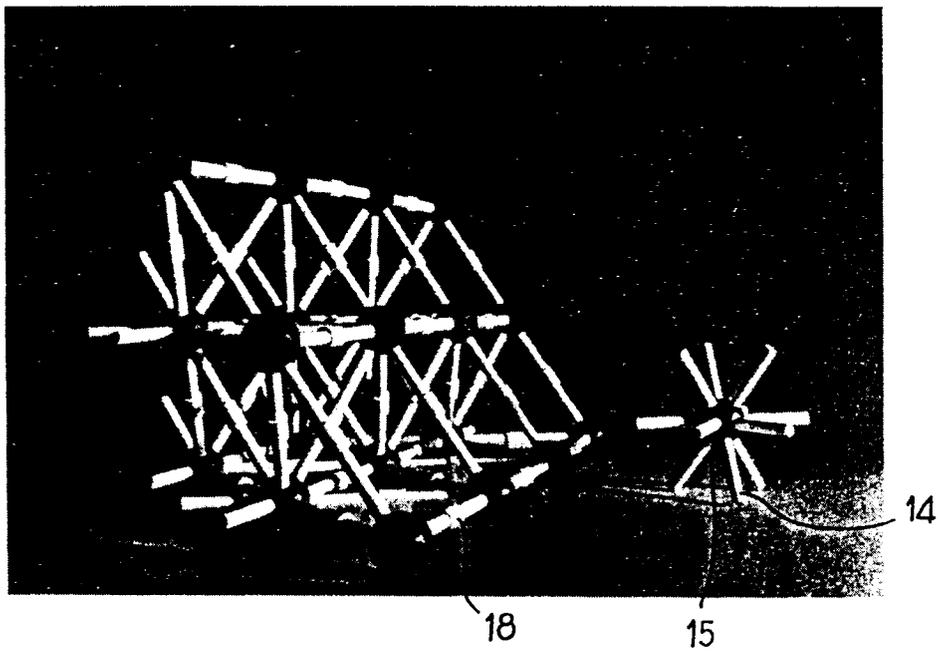


FIG. 7

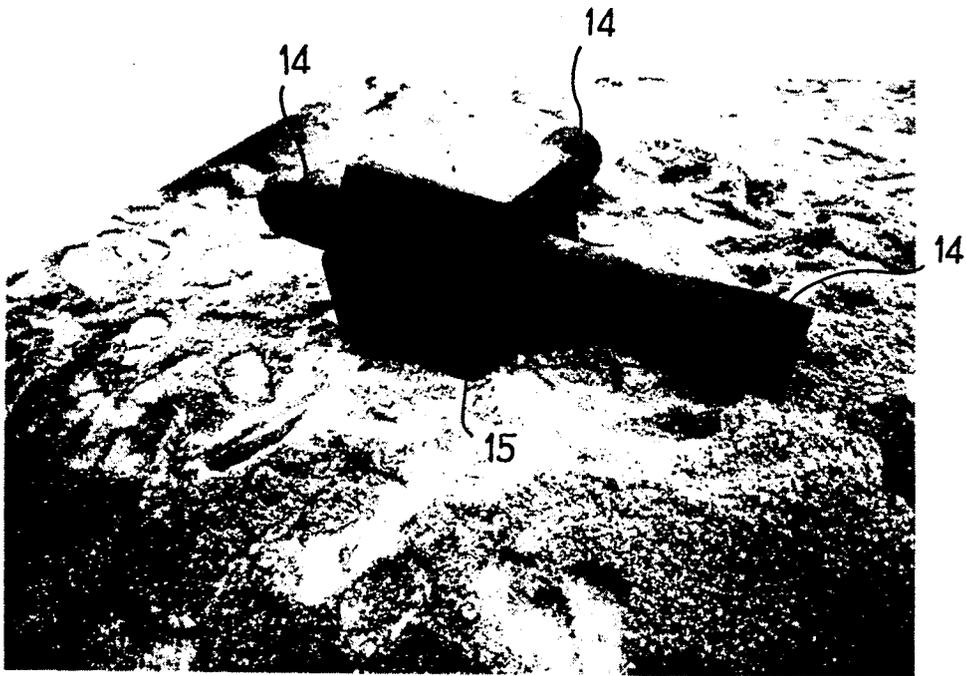


FIG. 8

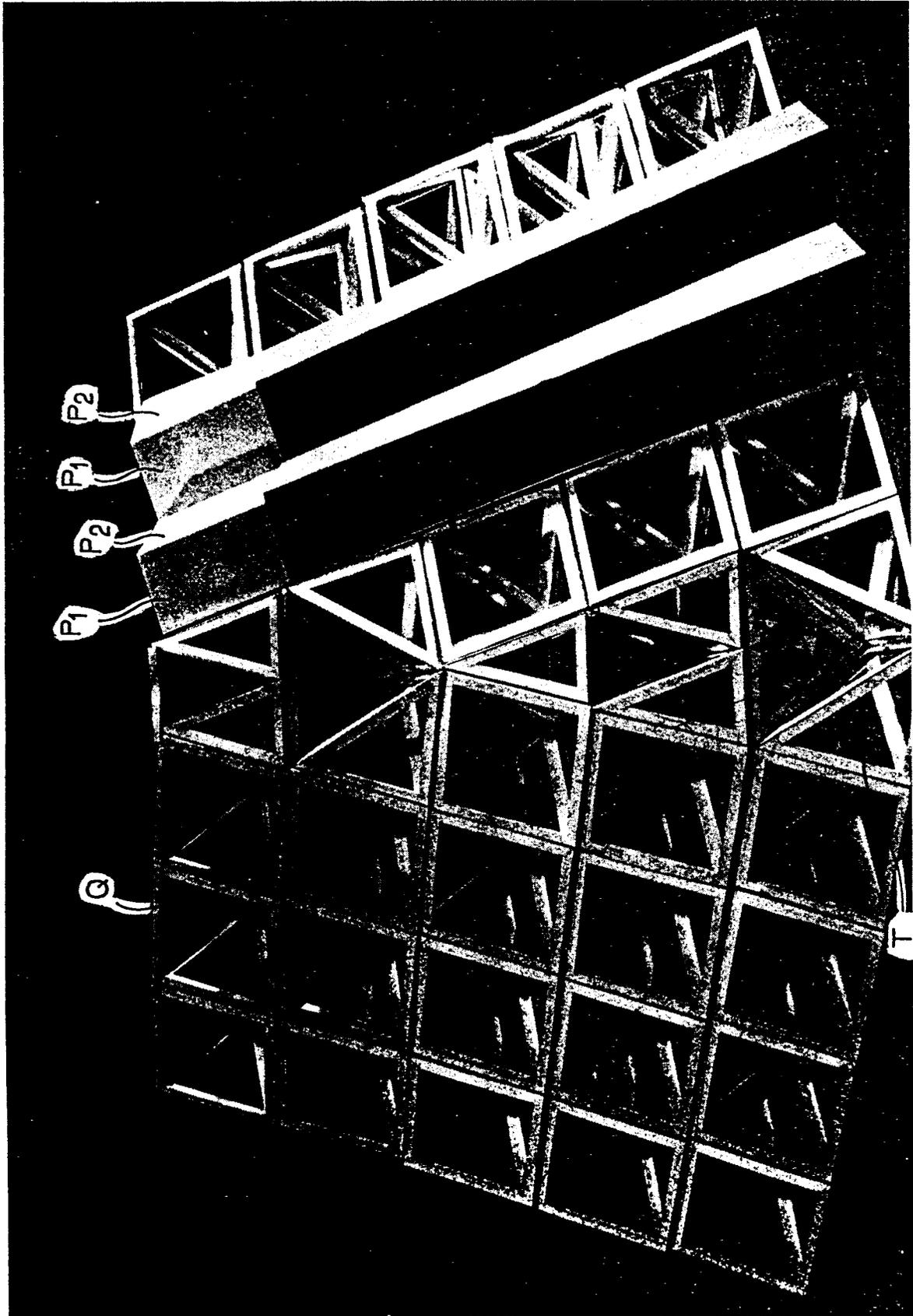


FIG.10 8/8

