

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 21120

(54) Jeux de patience constitués par une sphère ou un volume régulier comportant des éléments de surface permutable.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). A 63 F 9/12.

(22) Date de dépôt 9 novembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 19 du 13-5-1983.

(71) Déposant : PELENC Yves. — FR.

(72) Invention de : Yves Pelenc.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

JEUX DE PATIENCE CONSTITUES PAR UNE SPHERE OU UN VOLUME
REGULIER COMPORTANT DES ELEMENTS DE SURFACE PERMUTABLES.

5 L'invention est relative à un jeu logique constitué par un objet de forme sphérique dont la surface est subdivisée en une pluralité de polygones sphériques mobiles, certains des polygones étant identiques.

10 Il est possible à l'aide de dispositions constructives, qui seront décrites plus loin, d'obtenir, par une succession de rotations autour d'axes concourants, des permutations entre éléments ou pièces mobiles constituant la surface d'une sphère ou de certains volumes réguliers.

15 Le jeu consiste, après avoir brouillé l'ordre initial des pièces, matérialisé par des dessins, des zones colorées, des chiffres ou tout autre mode de repérage, à reconstituer cet ordre initial dans le minimum de temps et si possible avec le minimum de manoeuvres.

20 Les conditions pour qu'un tel objet soit réalisable sont multiples et nous les examinerons dans le cas de la sphère, qui constitue le volume régulier par excellence. La sphère présente la particularité de posséder une surface parfaite-
25 ment continue sur laquelle les permutations apparaissent comme le résultat surprenant de glissements successifs comparables à une sorte de dérive des continents. On pourrait aussi comparer ces permutations à celles d'un curieux
30 taquin qui serait fermé sur lui-même et ne comporterait pas de case vide.

La première condition de faisabilité est que le découpage fasse apparaître certaines pièces identiques afin qu'il existe effectivement des objets permutable. La deuxième
35 condition est que les axes autour desquels s'effectuent les rotations passent par le centre de la sphère afin de conserver intacte la forme de celle-ci. La zone tournante et la zone fixe seront donc toujours séparées à la surface de

la sphère 1 par un cercle 2 situé dans le plan de partage 3 orthogonal à l'axe de rotation 4 (fig. 1). Plusieurs axes de rotation détermineront donc plusieurs cercles sécants à la surface de la sphère et il en résultera que les pièces
5 ainsi obtenues (fig. 2) seront des polygones sphériques :
- bigones ou fuseaux - trigones ou triangles sphériques -
tétragones ou carrés - rectangles - trapèzes sphériques -
pentagones ..., que nous désignerons dorénavant par un de
ces termes. La troisième condition est que l'on parvienne
10 à maintenir mécaniquement les pièces entre elles tout en
autorisant librement les rotations de certaines zones, comprenant toujours plusieurs pièces, par rapport au reste de la sphère.

15 Pour réaliser la première condition le nombre et la disposition des axes ne peuvent pas être quelconques :

Nous avons déjà vu que la deuxième condition imposait que les axes soient concourants au centre de la sphère; ils
20 doivent de plus être disposés les uns par rapport aux autres avec une certaine régularité afin que les pièces déterminées par les plans de partage puissent comporter des groupes identiques. Il existe en gros deux sortes de régularités satisfaisantes :

25 - Les axes sont coplanaires (tous situés dans le même plan) et forment entre eux des angles égaux, comme les rayons d'une roue par exemple. A ce premier type de solution on peut associer un axe perpendiculaire au plan de la roue, c'est-à-dire coïncidant avec l'axe de celle-ci.

30 - Les axes sont distribués régulièrement dans l'espace de telle sorte que les angles formés par deux axes voisins quelconques soient égaux. Les axes traversent donc la surface de la sphère en des points équidistants de tous leurs voisins et correspondants aux centres des faces des polyèdres réguliers qui admettent cette sphère comme sphère
35 inscrite : hexaèdre (3 axes), octaèdre (4 axes), dodécaèdre (6 axes), icosaèdre (10 axes). A cette famille il y a lieu d'ajouter certaines possibilités de combinaisons

qui conservent la régularité nécessaire à l'obtention de pièces identiques : imbrication des solutions à 3 et 4 axes par exemple.

- 5 Un certain nombre de dispositions satisfaisantes des axes de pivotement sont décrites dans le tableau 1.

Toujours pour satisfaire à la condition d'existence de pièces identiques les plans de partage ne pourront pas être
10 disposés de manière quelconque. Dans de nombreux cas ils devront passer par le centre de la sphère et nous les désignerons "diamétraux" ou "équatoriaux" puisqu'ils partagent la sphère en deux hémisphères. Il en est ainsi pour toutes les solutions comportant des axes coplanaires et
15 pour les plans de partage correspondant à ces derniers. Par contre, lorsque les axes traversent la surface de la sphère au centre de pièces qui constituent alors des pivots il n'est plus nécessaire que les plans de partage soient équatoriaux. S'ils ne le sont pas la moitié des pivots se-
20 ront de même forme mais de taille plus grande que l'autre moitié. Il existe enfin une troisième possibilité de réalisation des plans de partage qui consiste à les dédoubler symétriquement par rapport au plan équatorial. Vis-à-vis de l'axe correspondant 4 il apparaît donc trois zones 5,
25 6 et 7 pouvant pivoter les unes par rapport aux autres (fig. 3). Une zone 5 que l'on peut désigner médiane, ou équatoriale, ou tropicale et deux zones polaires 6 et 7. Bien entendu, pour effectuer une manoeuvre il faut immobiliser deux zones par rapport à la troisième ce qui est un
30 peu moins facile que de faire pivoter une hémisphère par rapport à l'autre; cette manoeuvre reste cependant aisée car il suffit de tenir d'une main la zone médiane et de faire pivoter une zone polaire de l'autre main. On peut penser à plus de deux plans de partage parallèles mais les
35 manoeuvres deviennent alors malaisées. Les dispositions les plus satisfaisantes sont regroupées dans le tableau 1 où l'on précise le nombre et la forme des pièces obtenues, et qui se réfère aux dessins annexés, dans lesquels :

les figures 1, 2 et 3 montrent différents plans de partage d'une sphère décrits ci-dessus;

la figure 4A est une vue en élévation et en plan d'une
5 sphère selon l'invention, à deux axes orthogonaux de rotation;

les figures 4B à 4H sont des vues analogues à celles de la figure 4A, illustrant différentes variantes de réalisation;
10

les figures 5 sont des vues partielles d'une sphère selon l'invention montrant différents modes d'assemblage des bordures par feuillures à double effet;

15 les figures 6 et 7 sont des vues analogues à celles de la figure 5, montrant respectivement des feuillures à simple effet et des feuillures étagées;

les figures 8 illustrent d'autres variantes d'assemblages
20 selon l'invention;

la figure 9 est une vue en perspective éclatée d'un jeu selon l'invention à polygones maintenus sur une sphère interne;
25

la figure 10 est une vue en coupe sur la partie gauche et en élévation sur la partie droite, d'un jeu selon l'invention, à quatre axes coplanaires et un axe orthogonal;

30 la figure 11 montre en plan, partiellement en coupe, et en élévation une sphère à quatre axes régulièrement distribués dans l'espace;

la figure 12 montre en demi-coupe et en élévation une
35 sphère à trois axes orthogonaux.

Tableau 1

Disposition des axes de rotation et forme des pièces obtenues					
Cas	Figure	Nombre d'axes	Disposition des axes	Figures obtenues	Longueurs des pièces en degré
A	4A	2	orthogonaux	4 fuseaux de 90° à l'équateur	180°
B	4B	3	coplanaires à 60°	4 fuseaux de 60°	180°
C	4C	$N^{(1)}$	coplanaires à $180^\circ/N$	2 N fuseaux de $180^\circ/N$	180°
D	4D	$N+1$	N coplanaires + 1 orthogonal	4 N demi-fuseaux de $180^\circ/N$	90°
E	4E	$N+1$	id. D mais 2 plans de partage "tropicaux"	4 N trigones isocèles polaires + 2 N tétragones tropicaux	dépendent de la distance entre plans
F ⁽²⁾	4F	3	orthogonaux	8 trigones rectangles équilatéraux	90°
G	4G	3	orthogonaux tous les plans de partage sont doublés	6 tétragones carrés 12 ... rectangles 8 trigones équilatéraux	dépendent de la distance entre plans
H	4H	4	régulièrement distribués (axes des faces de l'octaèdre régulier)	8 trigones équilatéraux 6 tétragones carrés	60°
I		6	régulièrement distribués (axes des faces du dodécaèdre)	12 pentagones 20 trigones équilatéraux	36°
J		7	combinaison de 3 et 4 axes imbriqués	8 trigones équilatéraux 24 trigones rectangles isocèles	60° $60^\circ \times 45 \times 45$
K		10	axes de l'iso-cèdre	(pour mémoire)	

(1) N peut théoriquement être quelconque

(2) Cette solution appartient à la fois à la première famille puisqu'elle comporte deux axes coplanaires auxquels on associe un axe orthogonal et à la deuxième famille des axes régulièrement distribués dans l'espace.

Il est inutile de commenter en détail le tableau 1, qui résume différentes dispositions des axes de pivotement et les formes des polygones ou pièces obtenues et il suffit de rappeler que la réalisation d'un tel objet sphérique suppose que l'on sache résoudre le problème du maintien des pièces entre elles tout en autorisant les rotations autour des différents axes. Les solutions technologiques pourront dépendre grandement des différents cas envisagés dans le tableau 1 et feront l'objet des revendications suivantes:

10

1. Feuillures à double effet.

Cette revendication concerne un dispositif de maintien désigné "feuillures à double effet" qui permet à lui seul de rendre solidaires deux pièces voisines vis-à-vis de toutes les directions d'efforts qui tendraient à les séparer, mais qui autorise librement leur déplacement relatif le long de l'axe de cercle qui les sépare. Ce dispositif exige que les bordures en contact des deux pièces à maintenir entre elles soient différenciées; pour plus de commodité nous dirons que l'une des bordures 8 devra être mâle et l'autre 9 femelle. La figure 5 donne un certain nombre d'exemples non limitatifs de modes de réalisation de telles feuillures. Lorsqu'il est fait usage de crochets 10 ils doivent être solidaires d'une des pièces ou entraînés par elle. Ce type de feuillures est utilisable chaque fois qu'au cours des manoeuvres on rencontre toujours une bordure mâle en regard d'une bordure femelle, quelles que soient les permutations effectuées entre pièces. Cette règle se vérifie par exemple dans les cas suivants : - B - C, lorsque N est impair - E, pour les seules liaisons tropicales - G - H. Pour permettre le montage certaines feuillures mâles et/ou femelles ou les crochets pourront présenter de l'élasticité.

2. Feuillures à simple effet.

Lorsqu'il existe pour assurer le maintien en contact des deux pièces un dispositif autre que les feuillures en regard, il peut être fait usage de "feuillures à simple effet". Elles n'ont plus à maintenir les pièces vis-à-vis

de forces qui tendent à les séparer mais à assurer que les bordures restent parfaitement face à face et ne risquent pas de dérailler. La figure 6 donne quelques exemples non limitatifs. Pour empêcher certaines pièces de tomber à l'intérieur de la sphère il peut être fait usage d'une sphère intérieure 11 sur laquelle la pièce 9 peut prendre appui, tout en glissant librement. Comme les feuillures à double effet une bordure mâle doit toujours être en regard d'une bordure femelle et les cas d'application sont donc semblables à la réserve près de l'existence d'un dispositif de maintien des pièces en contact.

3. Feuillures étagées.

Lorsque les bordures en regard changent de genre d'une pièce à la suivante le long du même côté d'un des plans de partage on ne peut plus faire usage de bordures simplement mâles d'un côté et femelles de l'autre. Dans certains cas, comportant au moins trois groupes de pièces, il sera possible de faire usage de bordures à plusieurs feuillures étagées dont le genre peut différer en fonction du niveau. La figure 7 en donne deux exemples, à simple et à double effet. Les pièces de type 12 sont mâles pour la feuillure supérieure, femelles pour l'inférieure. Les pièces de type 13 ont leurs genres inversés. Les pièces de type 14 sont uniquement femelles. On constate que 12 et 13 sont compatibles ainsi que 12 et 14, 13 et 14. Seules les pièces de même types ne sont pas compatibles entre elles; si elles ne sont jamais en présence ce type de feuillures peut être utilisé. Le cas I en constitue un excellent exemple : la moitié des pentagones peuvent être de type 12, l'autre moitié de type 13 et les triangles de type 14. On peut évidemment multiplier le nombre de feuillures étagées pour résoudre des problèmes de compatibilité plus complexes.

4. Feuillures indifférenciées ou symétriques.

Un autre moyen de résoudre les problèmes de compatibilité entre bordures dont la parité varie, consiste à utiliser des bordures indifférenciées, c'est-à-dire symétriques, ou

plus précisément, identiques. Il faut alors faire nécessairement appel à des pièces de liaison dont le problème principal sera d'éviter qu'elles ne se trouvent mal positionnées à la croisée de deux lignes de partage et ne bloquent de ce fait certaines possibilités de mouvement. La figure 8 donne un exemple de feuillures à simple effet à billes qui procurent en outre l'avantage d'une grande douceur de manoeuvre. On pourra remplacer les billes par des galets 15 ou mieux par des pignons 16 s'engrenant sur des bordures munies de crémaillères. Les pignons effectuant le long de la ligne de partage un déplacement linéaire qui est exactement la moitié du déplacement relatif des deux zones en présence, il n'y aura jamais de risque de décalage et on pourra disposer les pignons au départ de telle sorte qu'ils ne bloquent jamais les mouvements. En outre, leur nombre peut être réduit puisqu'ils demeurent toujours parfaitement équidistants. Les pignons peuvent provoquer l'entraînement de glissières 17 assurant le maintien des deux bordures indifférenciées vis-à-vis des efforts de séparation afin de constituer des feuillures à double effet dont l'usage devient alors absolument universel. A l'inverse de ces glissières mobiles il peut être fait usage de glissières semi-fixes 18 dont la particularité est de permettre le libre glissement des pièces qu'elles réunissent, alors qu'elles restent fixes par rapport à un système de référence permanent, chaque fois que le mouvement de rotation s'effectue le long de leur ligne de partage. On peut aussi dire, ce qui revient au même, qu'elles sont tantôt solidaires d'une des pièces qu'elles réunissent et tantôt solidaires de l'autre, d'où le nom de semi-fixes que nous leur donnons. Ce résultat peut être obtenu par exemple grâce à des basculeurs 19 solidaires des glissières 18. Des bossages 20 appartenant à une sphère ou pièce intérieure rigide 21, qui sert alors de système de référence et doit être réunie à au moins une des pièces de la sphère, assurent en chaque position d'arrêt l'engagement du basculeur dans un logement 22 appartenant à l'une des deux pièces réunies par la glissière. Le choix de cette pièce

dépend du site et est tel que cette pièce reste immobile vis-à-vis du système de référence alors que l'autre pourra se déplacer librement au cours d'un mouvement le long de la ligne de partage qui les sépare. On peut aussi utiliser
 5 pour immobiliser les glissières 18 de simples butées fixes 20' solidaires de la pièce 21. Ces butées 20" peuvent être situées aux pôles lorsqu'il s'agit de glissières méridiennes, comme dans les cas B, C, D, E par exemple.

10 5. Systèmes à rainures.

On peut aussi assurer le maintien des pièces à l'aide d'une sphère intérieure 22 solidaire d'une des pièces 23 et comportant des rainures 24 (fig. 9). Chaque pièce mobile possède alors une protubérance 25 en forme de quille dirigée
 15 vers le centre de la sphère et dont la tête peut s'engager dans les rainures de la sphère intérieure. La pièce se trouve ainsi plaquée contre la sphère et guidée dans ses déplacements. Elle est orientée par les pièces voisines qui, de proche en proche, prennent appui sur les bordures
 20 de la pièce de référence 23. A l'inverse, les rainures peuvent être réalisées dans la face interne des pièces mobiles et les quilles solidaires de la pièce centrale. Si la sphère intérieure n'est pas solidaire d'une des pièces elle doit alors servir de pivot à au moins deux pièces tra-
 25 versées en leur centre par deux axes de pivotement.

Afin d'illustrer quelques unes des revendications qui viennent d'être énoncées nous allons donner trois exemples de réalisation de sphères à pièces permutables à cinq,
 30 quatre et trois axes.

A) Sphère à cinq axes :

Le premier exemple (fig. 10) est celui d'une sphère à quatre axes coplanaires et un axe polaire orthogonal 26 associé.
 35 Vis-à-vis de cet axe il existe deux plans de partage ("tropicaux") 27. Les feuillures méridiennes sont du type "glissières à pignons". Chaque glissière 28 comporte deux pignons 29 de telle sorte qu'au passage d'un pignon aux

pôles ou aux croisements avec les plans tropicaux, où les crémaillères doivent être interrompues, le synchronisme reste assuré par l'autre pignon. Les feuillures tropicales sont du type à double effet. Elles comportent des crochets
 5 élastiques 30 qui permettent le montage final. Le mode de repérage représenté est celui d'une série de vingt-quatre chiffres se succédant sur trois lignes circulaires superposées. Le jeu consiste, comme avec un taquin, à rétablir la succession naturelle des chiffres après avoir brouillé leur
 10 ordre initial. Avec vingt-quatre chiffres le nombre de combinaisons possibles dépasse dix Milliards de Milliards, ce qui signifie que le rétablissement de l'ordre initial ne peut être obtenu qu'à l'aide d'une méthodologie déjà assez élaborée. Avec trois axes coplanaires au lieu de quatre le
 15 nombre de pièces se réduit à dix-huit et le jeu devient plus accessible au commun des mortels. Bien entendu, le mode de découpage se prête particulièrement bien à un repérage type "globe terrestre". Le jeu, particulièrement éducatif, consiste alors à remettre correctement en place les conti-
 20 nents.

B) Sphère à quatre axes:

Le deuxième exemple (fig. 11) est celui d'une sphère à quatre axes 31, 32, 33, 34 régulièrement distribués dans l'es-
 25 pace; 31 est vertical, 32, 33, 34 obliques. Les axes passant par les centres des huit triangles il est possible de réunir quatre d'entre eux 35, 36 (37 et 38 sont cachés) à une sphère intérieure 39 qui leur sert de pivot, grâce à des axes 40, et assure leur maintien à une distance fixe du
 30 centre de la sphère. Dans ces conditions, il peut être fait usage de feuillures à simple effet. Les quatre triangles pivots ont par exemple toutes leurs feuillures mâles, les quatre autres triangles 41, 42, 43, 44 toutes leurs
 35 feuillures femelles et les six carrés sphériques 45 ont deux feuillures opposées femelles et les deux autres mâles. On constate facilement que, quels que soient les mouvements réalisés, la parité des feuillures en présence reste respectée. Le repérage peut être par exemple du type globe

terrestre. La remise en place des quatorze pièces constitue un jeu éducatif relativement accessible à tous.

C) Sphère à trois axes :

- 5 Le troisième exemple (fig. 12) est celui d'une sphère à trois axes orthogonaux. Les plans de partage 46 sont tous dédoublés ce qui donne six carrés, douze rectangles et huit triangles. Le repérage représenté est celui de six calottes sphériques de couleurs différentes symbolisées sur la figure par des hachures distinctes. Les six carrés sont unicolores, les douze rectangles bicolores et les huit triangles sont tricolores. Le nombre de combinaisons est comparable à celui du premier exemple et le rétablissement de l'ordre initial exige donc une certaine méthode. L'exemple est représenté avec des feuilures à double effet réalisées directement par moulage dans des pièces en matière plastique possédant une légère élasticité afin de permettre le montage. Cet exemple se distingue par sa grande simplicité et le fait que l'intérieur de la sphère est totalement vide. Comme dans le deuxième exemple on constate aisément que la parité des feuilures en présence est respectée dans toutes les positions.
- 10
- 15
- 20

- L'invention n'est bien entendu nullement limitée aux modes de mise en oeuvre plus particulièrement décrits et représentés.
- 25

Revendications

1. Jeu logique constitué par un objet de forme sphérique dont la surface est subdivisée en une pluralité de poly-
5 gones (35, 36; 42 à 45) sphériques mobiles, certains des polygones étant identiques, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de maintien (8 à 20) desdits polygones pour maintenir ces derniers sur ladite surface, la forme
10 desdits polygones et lesdits moyens de maintien étant agencés pour permettre des pivotements desdits polygones autour de plusieurs axes concourants (31, 32, 33, 34) au centre de la sphère, le long de plans de partage orthogonaux auxdits axes.
- 15 2. Jeu selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte N axes concourants coplanaires de pivotement desdits polygones, N étant un nombre entier, lesdits axes formant entre eux des angles égaux et les polygones sphériques étant des fuseaux.
- 20 3. Jeu selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte de plus un axe de pivotement orthogonal (26) auxdits axes coplanaires définissant des plans de partage équatoriaux, tropicaux ou parallèles au plan contenant les-
25 dits axes coplanaires.
4. Jeu selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs axes concourants régulièrement distribués dans l'espace, les angles formés par deux axes voisins
30 étant égaux et leur disposition semblable à celle des axes orthogonaux aux faces d'un polyèdre régulier.
5. Jeu selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens de maintien
35 comportent des moyens de guidage (8 à 16) s'étendant le long des bordures circulaires en regard desdits polygones pour maintenir lesdites bordures face à face tout en autorisant un glissement libre le long de l'arc de cercle de séparation des polygones.

6. Jeu selon la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens de maintien comportent des feuillures à double effet (8, 9, 10) ménagées sur les bordures en regard, l'une des bordures étant mâle et l'autre femelle pour solidariser lesdites bordures en regard en autorisant uniquement un glissement libre le long de l'arc de cercle de séparation des polygones.
7. Jeu selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les moyens de maintien comportent des feuillures étagées (12, 13, 14) ménagées sur lesdites bordures et dont le genre diffère selon le niveau.
8. Jeu selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les moyens de maintien comportent des feuillures (15, 16) indifférenciées ou symétriques et des pièces de liaison en forme de glissières (17, 18, 19) mobiles ou semi-fixes de liaison desdites bordures à déplacement piloté pour ne jamais bloquer les mouvements desdits polygones.
9. Jeu selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdits moyens de maintien comportent une sphère intérieure de support desdits polygones et des moyens de liaison (24, 25) des polygones (23) à ladite sphère agencés pour autoriser le glissement des polygones sur la sphère le long des plans de partage.
10. Jeu selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend quatre axes coplanaires concourants définissant 8 fuseaux de 45° et un axe orthogonal polaire (26), ce dernier axe définissant deux plans de partage tropicaux des fuseaux, lesdits polygones comprenant 16 trigones isocèles polaires (27 à 30) en autorisant uniquement des glissements relatifs suivant les plans de partage.

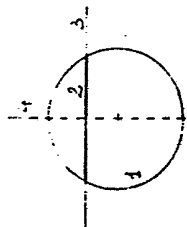


Figure 1

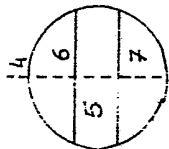


Figure 3

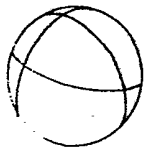


Figure 2

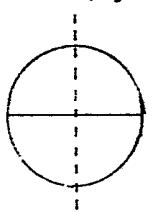


Figure 4A

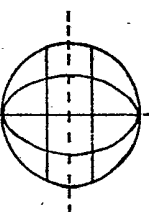


Figure 4B (N=3)

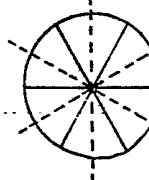


Figure 4C (N=4)

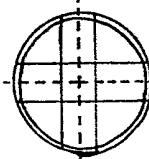


Figure 4E (N=4)

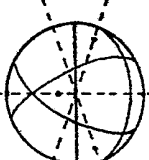


Figure 4F

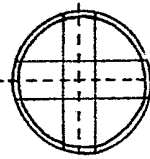


Figure 4G

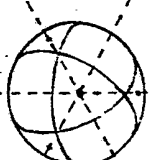


Figure 4H

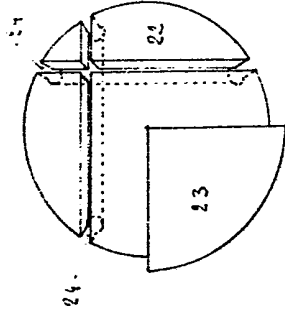


Figure 9

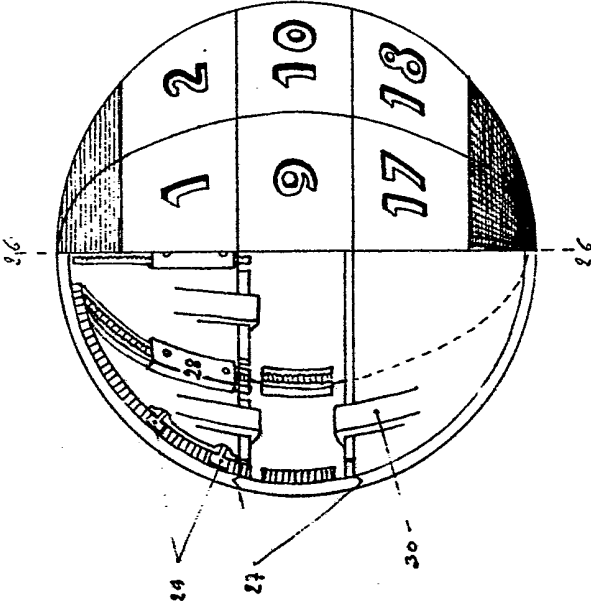
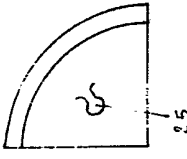
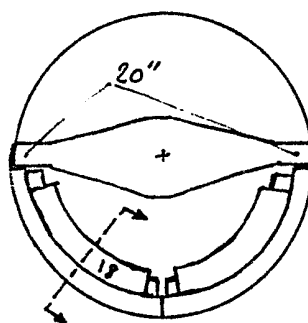
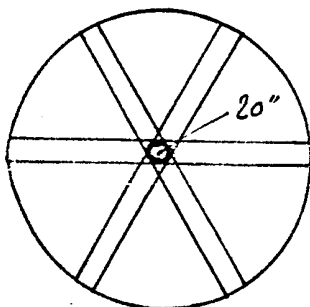
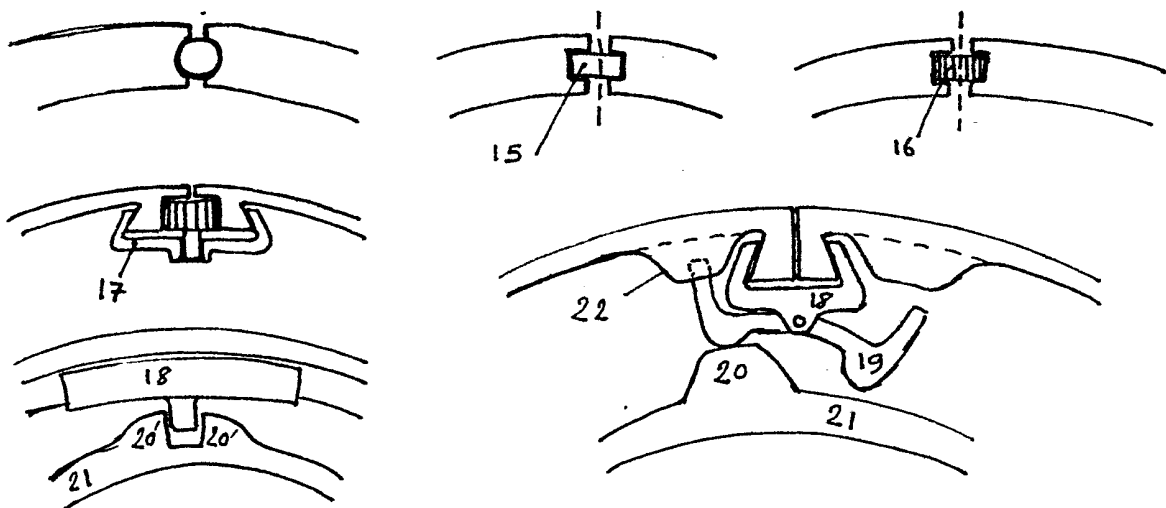
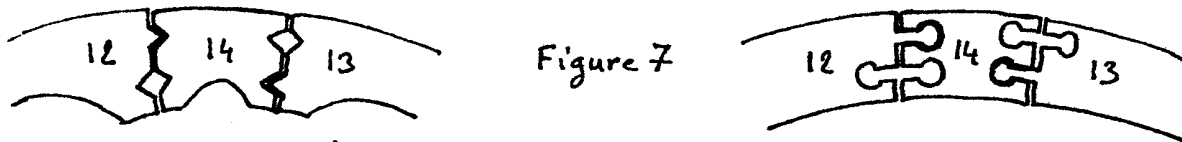
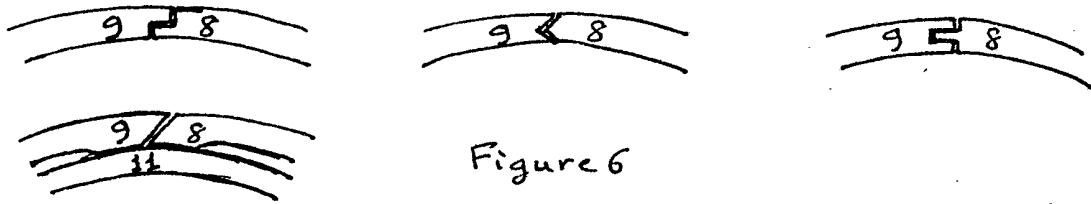
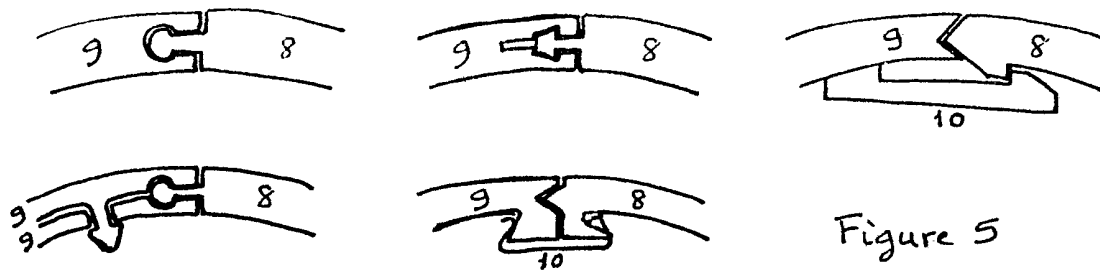


Figure 10



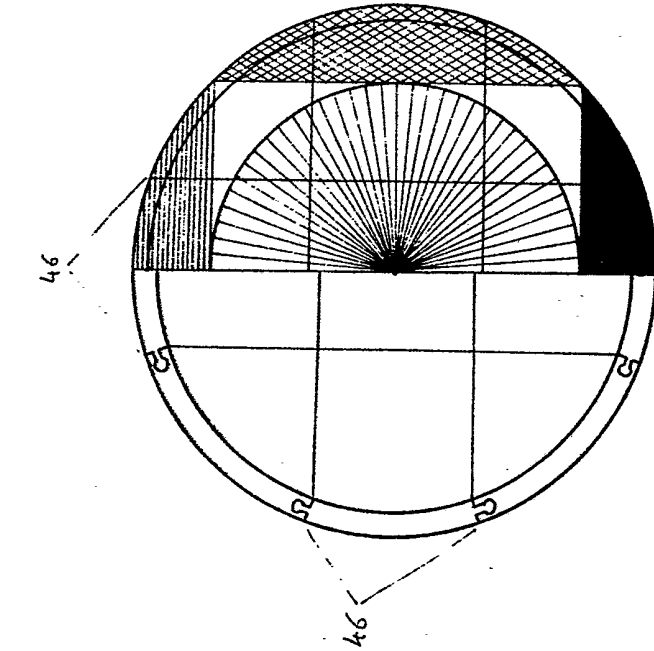


Figure 12

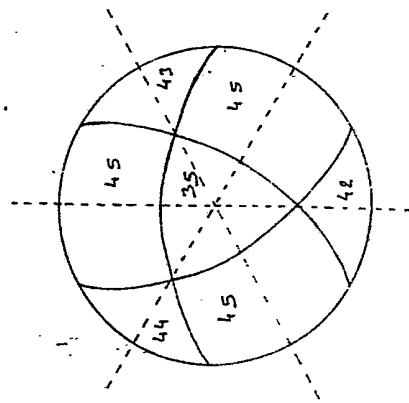
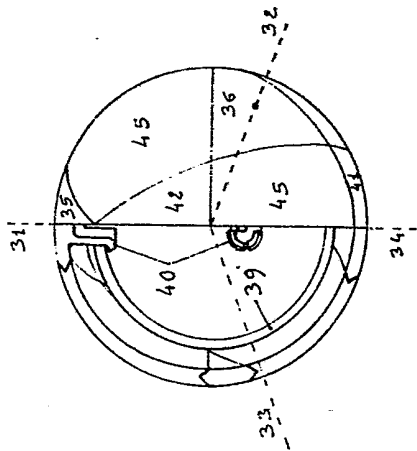


Figure 11