

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 82400095.4

51 Int. Cl.³: **H 01 H 1/08**

22 Date de dépôt: 19.01.82

30 Priorité: 23.01.81 FR 8101293

43 Date de publication de la demande:
04.08.82 Bulletin 82/31

84 Etats contractants désignés:
BE DE FR GB IT NL

71 Demandeur: SOCAPEX
10 bis, quai Léon-Blum
F-92153 Suresnes(FR)

72 Inventeur: Pouyez, Philippe
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

74 Mandataire: Vesin, Jacques et al,
THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

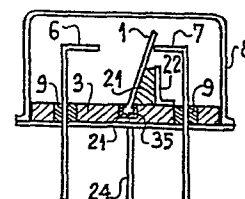
54 Dispositif de rappel par tension de surface d'un liquide, interrupteur comportant un tel dispositif, et son utilisation dans les relais à commande magnétique.

57 L'invention concerne un dispositif de rappel d'une pièce mobile pivotante, assurant son retour à une position de repos lorsqu'elle en est écartée.

La solution connue, mettant en oeuvre une pièce mécanique élastique en forme de ressort, est remplacée, selon l'invention, par une certaine quantité de liquide 21, introduit entre la pièce mobile 1 et une pièce fixe 22, où elle se maintient par capillarité. Le déplacement de la pièce 1 dans le sens de la flèche 4, développe à la surface du liquide des forces superficielles que tendent à ramener la pièce, dans le sens de la flèche 25, à sa position initiale.

Les applications sont notamment du domaine des relais miniatures à contacts mouillés au mercure sous ampoule scellée.

FIG. 2



DISPOSITIF DE RAPPEL PAR TENSION DE SURFACE
D'UN LIQUIDE, INTERRUPTEUR COMPORTANT UN TEL DISPOSITIF
ET SON UTILISATION DANS LES RELAIS A COMMANDE MAGNETIQUE

La présente invention concerne un dispositif de rappel d'un élément mobile, un interrupteur comportant un tel dispositif ainsi que son utilisation dans les relais à commande magnétique. Elle se rapporte plus particulièrement à un dispositif de rappel d'un élément mobile pouvant prendre au moins deux positions différentes, respectivement une position de travail sous l'action d'une force extérieure de commande et une position de repos sous l'action d'une force de rappel.

Ces dispositifs de rappel sont fréquemment constitués par un élément doté d'élasticité, désigné généralement sous le terme de "ressort". Celui-ci peut prendre la forme soit d'une lame (ressort plat), soit d'une hélice (ressort à boudin). En particulier dans les interrupteurs dits monostables, possédant une position stable (position de repos) et une position non stable (position de travail) dans laquelle l'interrupteur est maintenu par l'action d'un moyen extérieur (champ magnétique dans le cas d'un relais), on utilise fréquemment comme moyen de rappel vers la position stable une lame métallique ou ressort plat.

Le ressort de rappel utilisé dans ce cas est généralement en un matériau différent de celui constituant l'élément mobile auquel il est fixé par soudure ou tout autre moyen adapté. Dans le cas de relais miniaturisés dont l'usage se répand de plus en plus dans le domaine de l'électronique, ce ressort plat est alors de dimensions extrêmement réduites ce qui rend d'une part sa manipulation difficile et d'autre part l'ajustement précis de sa position extrêmement délicat. Il en va de même pour les opérations de fixation à la pièce mobile et d'une façon générale pour toutes les opérations dans lesquelles ce ressort est concerné.

Par ailleurs, de tels ressorts sont d'un prix de revient assez élevé : ils sont non seulement en matériaux assez spéciaux tels que le cuivre au béryllium, mais il est nécessaire également de les soumettre à un traitement permettant de leur donner de bonnes propriétés élastiques.

Enfin, tout ressort mécanique est soumis à un phénomène de vieillissement qui provoque une modification de ses caractéristiques au cours du temps.

Le dispositif de rappel selon l'invention permet d'éviter ces inconvénients. Dans ce but, il est caractérisé en ce qu'il est constitué par un liquide disposé entre l'élément mobile et un élément fixe dont la distance est au plus égale à la valeur pour laquelle le liquide est maintenu entre ceux-ci par les forces de capillarité, les surfaces respectives de l'élément fixe et de l'élément mobile en contact avec le liquide étant telles qu'elles sont mouillées par celui-ci.

De préférence, ce liquide sera le mercure, en particulier lorsque le dispositif sera utilisé comme interrupteur dans un relais à contacts mouillés au mercure. Dans ce cas particulier, en effet, l'invention est particulièrement intéressante puisque l'enceinte dans laquelle se trouve l'interrupteur contient déjà normalement du mercure. Celui-ci assure dès lors la double fonction de mouillage des contacts du relais, d'une part et de dispositif de rappel de l'élément mobile, d'autre part. De préférence également, l'élément mobile et/ou l'élément fixe auront la forme de languettes métalliques planes. La languette mobile pourra, soit se déplacer par translation sous l'action d'une force extérieure, telle qu'un champ magnétique, lorsqu'elle est en un matériau sensible à un tel champ, soit se déplacer par rotation, par exemple autour d'un axe contenu dans un plan solide de l'élément fixe.

Selon un mode préférentiel de réalisation, l'élément fixe sera constitué par une pièce en forme de dièdre dont l'un des plans est solide d'un support parallèle à l'axe de rotation de la partie mobile, une ouverture étant ménagée dans ledit plan à travers

laquelle passe l'élément mobile ayant la forme d'une languette située du même côté que le deuxième plan du dièdre par rapport au premier. Cette réalisation présente évidemment un très grand intérêt industriel puisque le dièdre est obtenu simplement à partir
5 d'une plaque métallique de préférence, dans laquelle on perce une ouverture et que l'on plie ensuite en deux parties faisant un angle de l'ordre de 90° entre elles. L'axe de rotation de la partie mobile, qui est disposé dans une rainure à l'intérieur du support, rainure contenant de préférence également du mercure, est alors maintenu
10 par le plan du dièdre muni d'une ouverture. On réalise ainsi industriellement très facilement un tel interrupteur à partir d'une plaque percée d'une ouverture, pliée à 90° et d'un support tel qu'une embase de transistor munie de ses contacts de travail et repos, sur laquelle on a pratiqué une rainure. L'axe de rotation de la partie
15 mobile est alors placé dans la rainure, puis l'on rapporte par dessus le plan du dièdre percé de son ouverture, que l'on fixe au support et qui maintient ainsi la partie mobile, autorisant seulement une rotation de celui-ci. On introduit ensuite une goutte de mercure dans le capot correspondant que l'on soude à l'embase. Selon une
20 autre variante connue de l'homme de l'art, l'introduction du mercure peut se faire après soudure du capot sur l'embase à travers l'une des électrodes ayant la forme d'un cylindre creux.

Toutes les pièces ayant été traitées pour être mouillées par le mercure, celui-ci va alors automatiquement se loger, d'une part dans
25 la rainure assurant le basculement aisé de la partie mobile et d'autre part entre les parties mobiles et fixes. En prenant soin d'introduire un gaz réducteur avant la fermeture du boîtier, on obtient alors un interrupteur dans lequel le dispositif de rappel ne subit aucun vieillissement.

30 Concernant la distance qui doit être respectée entre les parties fixes et mobiles de façon à permettre au liquide d'agir par capillarité, on se reportera par exemple à l'ouvrage bien connu de mécanique physique de G. BRUHAT aux éditions MASSON ET CIE.,

pages 470 et suivantes - 1934 - Paris.

L'invention dans son principe, en effet, fait appel à une loi de la physique bien connue sous le nom de loi de JURIN.

5 Les applications des interrupteurs selon l'invention, tels que décrits ci-dessus, sont multiples : on peut par exemple réaliser à l'aide de ceux-ci des relais à commande magnétique du type monostable, bistable, ou comportant plusieurs positions stables différentes. Dans ce cas, la languette mobile sera déplacée sous l'action d'une force extérieure et viendra au contact de l'un des contacts électriques mouillés au mercure. La position sera stable
10 dans la mesure où la force de rappel exercée par le liquide sur la languette mobile restera inférieure à la force d'attraction capillaire provoquée par le liquide sur la partie supérieure de la languette mobile, au niveau du contact électrique.

15 L'homme de l'art déterminera sans problème particulier les différents paramètres de l'interrupteur selon l'invention en appliquant d'une part la loi de JURIN, et d'autre part le théorème des moments.

L'invention sera mieux comprise à l'aide des exemples de réalisation suivants, donnés à titre non limitatif, conjointement avec
20 les figures qui représentent :

- la figure 1 sous forme de deux vues A et B, les deux phases de déplacement d'une lame mobile à rappel par tension de surface d'un liquide selon l'invention,
- 25 - la figure 2, un interrupteur à contacts mouillés au mercure en ampoule fermée muni d'un dispositif de rappel selon l'invention,
- la figure 3, une vue en coupe d'un mode préférentiel de réalisation de l'interrupteur selon l'invention,
- la figure 4, une vue de dessus du dispositif de la figure 3
30 avant cambrage du support pour réaliser la languette fixe,

La figure 1 représente, suivant deux vues en coupe (a) (b), les deux phases du déplacement d'une lame mobile à rappel par forces de tension de surface selon l'invention.

Le dispositif de rappel fait appel à un liquide 21, dont une

certaine quantité se trouve entre la pièce mobile 1 en forme de lame, et une pièce fixe 22, disposée en vis-à-vis, et solidaire du socle 3.

La distance entre les deux pièces étant choisie telle que le liquide s'y maintienne par capillarité, le déplacement de la lame 1 entre la position rapprochée (a) et la position écartée (b) fait varier notablement la surface libre 23 présentée par le liquide. Et, ainsi qu'on va le montrer ci-après, il en résulte la création d'une force de rappel tendant à rapprocher les deux pièces dans le sens de la flèche

10 25.

Le fonctionnement en est le suivant :

L'écartement entre la pièce mobile 1 et la pièce fixe 22 sous l'action d'une force extérieure au système lui procure une énergie potentielle due à l'augmentation de la surface extérieure du liquide qui, lorsque la force extérieure disparaît, replace la pièce mobile dans sa position initiale grâce à la libération de cette énergie par réduction de la surface du liquide et retour dans l'état d'énergie interne minimum.

Cet effet se réalise lorsque les dimensions des pièces 1 et 22 sont suffisamment petites et rapprochées pour qu'il y ait une ascension du liquide sous l'action des forces de tension superficielle de ce liquide et que la force due à l'action de la gravité sur la pièce mobile 1 soit suffisamment faible devant les forces de tension superficielle mises en jeu.

25 L'énergie emmagasinée sous l'effet du déplacement de la pièce mobile 1 est égale à :

$$d W = \gamma \times d S$$

- d W étant la variation d'énergie interne de la goutte de liquide lorsque la pièce mobile 1 se déplace sous l'action d'une force

30 extérieure,

- d S étant la variation de la surface extérieure du liquide engendrée lorsque la pièce mobile 1 se déplace,

- γ est le coefficient de tension superficielle du liquide.

Sachant que la force de rappel s'exerçant sur la pièce mobile 1 dépend de l'énergie emmagasinée et de l'écartement 3 provoqué entre la pièce mobile 1 et la pièce fixe 22, cette force de rappel dépend directement :

- 5 - de la hauteur de l'ascension capillaire du liquide entre les pièces 1 et 22,
- des dimensions respectives des pièces 1 et 22,
- de l'écartement provoqué entre les pièces 1 et 22,
- de la nature du liquide,

10 (l'action de la gravitation peut être négligée sur des pièces de taille suffisamment réduite telle, par exemple, que celle des interrupteurs miniatures en enceinte hermétique). Pour plus de détails sur ces différents paramètres, on se reportera à l'ouvrage de G. BRUHAT cité plus haut.

15 Un avantage de ce système est sa grande stabilité dans le temps puisqu'il supprime toute déformation de pièces mécaniques.

Un autre avantage réside dans le fait que les pièces mécaniques 1 et 22 n'ont pas besoin de posséder de propriétés élastiques particulières.

20 Un autre avantage réside dans le fait que pour des systèmes de dimensions réduites tels que, par exemple, les interrupteurs miniatures en enceinte hermétique, il n'est pas besoin d'opérer de raccordement par soudure précis entre la pièce mobile 1 et l'embase fixe 3.

25 La figure 2 représente un mode de mise en oeuvre du dispositif de rappel de l'invention dans un interrupteur miniature à contacts mouillés au mercure.

L'interrupteur est constitué d'une enceinte hermétique entièrement mouillée intérieurement obtenue par la fermeture d'un capot 8 sur une embase 3 comportant deux électrodes 6 et 7 isolées de l'embase 3 par des isolants 9 et une palette mobile 1, reliée via l'embase 3 à un contact électrique extérieur 24, ladite palette mobile venant établir le contact électrique soit entre l'électrode 6 et l'électrode 24 soit entre l'électrode 7 et l'électrode 24.

On positionne sur l'embase 3 une palette fixe 22 près de l'électrode mobile 1 de telle façon qu'il y ait une ascension capillaire du liquide 21 entre les pièces 1 et 22.

L'électrode fixe 7 est l'électrode sur laquelle vient généralement se reposer la palette mobile 1 en l'absence de sollicitation extérieure grâce à la force de rappel provoquée par le ressort liquide de l'invention. L'électrode 6 est l'électrode de travail sur laquelle vient se placer la palette mobile 1 lorsqu'une force extérieure au système, par exemple d'origine magnétique, agit sur ladite palette.

Lorsque l'extrémité des électrodes 6 et 7 (l'une et/ou l'autre) ne sont pas traitées pour être mouillées par le mercure, l'interrupteur selon l'invention fonctionne uniquement par action d'une force électro-magnétique sur la palette mobile qui fait basculer celle-ci au contact de l'électrode 6. La suppression du champ magnétique engendre le retour de la palette mobile 1 sur l'électrode 7. L'interrupteur fonctionne alors de façon monostable.

En revanche, lorsque l'extrémité des électrodes 6 et 7 formant contact électrique ainsi que la palette mobile au contact des électrodes sont traitées de façon à être mouillées par le mercure, deux situations peuvent se présenter :

- la première dans le cas où après basculement de la palette mobile 1 en contact avec l'électrode 6 sous l'action d'un champ magnétique extérieur, le couple de rappel de la charnière liquide selon l'invention est supérieur au couple dû à la force de capillarité qui retient l'extrémité de la lame au contact de l'électrode 6, la disparition du champ électro-magnétique extérieur entraîne le rappel de la palette mobile au contact de l'électrode 7;

- la seconde dans laquelle le moment de la force s'exerçant au niveau de l'électrode 6 sur la palette mobile 1 est supérieur au moment de la force exercée par la charnière liquide 21 sur la palette mobile 1 (moment par rapport à l'axe 35 comme précédemment). Dans ce cas, un champ magnétique extérieur est à nouveau nécessaire pour permettre d'arracher la languette mobile de l'élec-

trode 6 et son retour grâce au dispositif de rappel selon l'invention au contact de l'électrode 7. Ce champ magnétique, de sens inverse au champ magnétique précédent, est d'intensité moins élevée que celui-ci ainsi qu'il découle des explications données ci-dessus. En
5 fonction des indications données plus haut, l'homme de l'art déterminera sans difficulté les dimensions respectives et les formes des électrodes 6, 7 de la palette mobile 1 et de la palette fixe 22 de manière à obtenir suivant l'effet recherché un interrupteur monostable ou bistable.

10 Bien entendu, ainsi qu'il ressort de la description de l'interrupteur selon l'invention représenté sur cette figure 2, il est nécessaire dans le cas exposé sur cette figure que l'axe de rotation de la palette soit situé à l'extrémité de celle-ci, c'est-à-dire que ladite palette bascule autour de cet axe qui est sensiblement fixe et
15 dans le cas de la figure 2 encastré dans l'embase 3 du boîtier. La force de rappel à laquelle est soumise la palette mobile s'exerce à proximité de l'axe de rotation 35 de celle-ci et son intensité est d'autant plus grande que la palette mobile s'éloigne de la palette fixe. De plus, il est aisé de réaliser un interrupteur toutes positions
20 selon l'invention de manière à ce que les forces capillaires entre palettes fixe et mobile soient supérieures dans tous les cas, au poids du mercure disposé entre elles.

Sur la figure 3, on a représenté une vue très grossie d'une variante préférée du dispositif selon l'invention. Le support 32 est
25 revêtu d'une partie plane métallique 31 percée d'une ouverture 37 à travers laquelle passe la palette mobile 34 munie de son axe 35 situé dans le logement correspondant 36 du support 32. Le support 31 se prolonge par un support 30 sensiblement orienté à 90° et formant un dièdre avec celui-ci qui contient le liquide 33 également présent
30 dans la rainure 36. Les surfaces au contact du liquide 33 des palettes 34 et 30 sont bien entendu traitées pour être mouillées par celui-ci. Une goutte de liquide étant déposée sur le support 31 au-dessus de la rainure 36, celui-ci monte par capillarité entre les palettes 30 et 34, sur une hauteur déterminée par les différents paramètres décrits ci-

dessus. Il est bien entendu que la distance entre les deux palettes 30 et 34 a été fortement augmentée pour mieux comprendre le phénomène qui est à la base de l'invention mais que les dimensions respectives des éléments de cette figure ne sont pas à l'échelle.

5 La figure 4 représente une vue de dessus, schématique, du dispositif de la figure 3. Sur cette figure, les mêmes éléments que ceux de la figure précédente portent les mêmes références. A la différence de la figure 3 précédente, la palette fixe 30 n'a pas été redressée pour former un dièdre avec le support 31. Ceci permet de
10 mieux comprendre la simplicité de fabrication du dispositif selon ce mode préférentiel de réalisation de l'invention. Pour réaliser un interrupteur en boîtier fermé tel que représenté par exemple sur la figure 2, il suffit par conséquent de prendre une embase 32, telle qu'une embase de transistor du type TO 5, de créer une rainure 36
15 dans celui-ci, puis de placer la palette 34 munie de son axe de rotation 35 de telle sorte que celui-ci se place dans ladite rainure. On amène ensuite l'ensemble 30 et 31, muni de l'ouverture 37 de taille légèrement supérieure à la largeur de la palette 34 et l'on vient coiffer celle-ci de façon à maintenir l'axe 35 dans la rainure
20 36 à l'aide des parties latérales du support 31. Ce maintien est représenté par les parties en pointillé 38 et 39 de l'axe 36. On forme ensuite le dièdre 30, 31 en réalisant un pliage selon l'axe 40. Il suffit ensuite de mettre une goutte de mercure dans le capot correspondant à l'embase puis d'assembler ceci hermétiquement sans gaz
25 protecteur, de façon à éviter l'oxydation du mercure (bien entendu, par souci de simplification, la figure 4 ne représente pas les contacts électriques telles que 6 et 7 de la figure 2).

Concernant la commande de l'interrupteur selon l'invention, on utilisera, par exemple, soit au moins une bobine, soit un aimant
30 permanent, disposés à proximité du boîtier renfermant l'interrupteur, afin d'attirer la palette mobile dans sa fonction de travail. Le champ magnétique appliqué à cette palette pour la faire basculer sur la position de travail de l'interrupteur sera adaptée aux différents paramètres de celui-ci. Lorsqu'on éloigne ou diminue le champ

magnétique, la languette retourne en position de repos, grâce au ressort liquide de l'invention.

- 5 Pour plus de détails concernant la commande d'interrupteurs tels que représentés sur la figure 2, on pourra se reporter à l'article "New construction for a mercury-wetted switch for operation in any position" de Messieurs LEGRAND et FRANCES paru dans le volume 2 pages 625 à 634 de "Proceeding of the 10th international conference on electric contact phenomena", conférence qui s'est tenue du 25 au 29 août 1980 à Budapest.

RE V E N D I C A T I O N S

1. Dispositif de rappel, d'un élément mobile pouvant prendre au moins deux positions différentes, respectivement une position de travail sous l'action d'une force extérieure de commande, et une position de repos sous l'action d'une force de rappel, caractérisé en
5 ce qu'il est constitué par un liquide (21) disposé entre l'élément mobile (1) et un élément fixe (22) dont la distance est au plus égale à la valeur pour laquelle le liquide (21) est maintenu entre celles-ci par les forces de capillarité, les surfaces respectives de l'élément fixe et de l'élément mobile en contact avec le liquide étant telles
10 qu'elles sont mouillées par celui-ci, le passage de la position de repos à la position de travail se faisant par rotation de la partie mobile (1).

2. Dispositif de rappel selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit liquide (21) est du mercure.

15 3. Dispositif de rappel selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la rotation de la partie mobile s'effectue selon un axe (35).

4. Dispositif de rappel selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'axe de rotation (35) de l'élément mobile (34)
20 en forme de palette est déterminé par la pénétration d'un bord de celui-ci dans une rainure (36) portée par un socle (32) solidaire de l'élément fixe.

5. Dispositif de rappel selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il comporte une pièce en forme de dièdre (30,
25 31) dont l'un des plans (31) est fixé au socle (32) et muni d'une ouverture (37) à travers laquelle passe l'élément mobile (34), l'axe de rotation (35) de celui-ci étant maintenu dans la rainure (36) par le plan solidaire du support.

6. Dispositif de rappel selon la revendication 5, caractérisé en
30 ce que l'autre plan du dièdre constitue la palette fixe (30).

7. Interrupteur à contacts mouillés par le mercure, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un contact électrique sur lequel vient s'appuyer un élément mobile possédant deux positions d'équilibre, ledit interrupteur comportant en outre un dispositif de rappel de
5 l'élément mobile de l'une à l'autre position d'équilibre conforme à l'une des revendications précédentes.

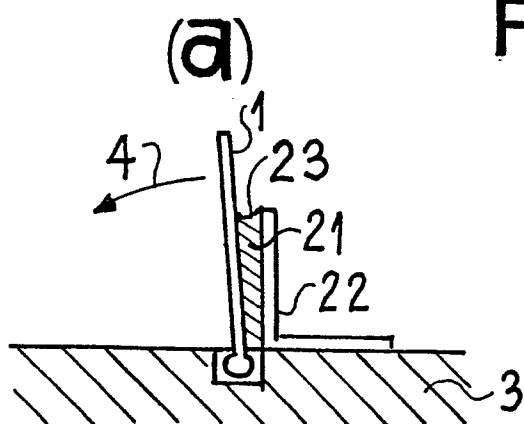
8. Interrupteur selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un contact électrique mouillé par le mercure sur lequel vient s'appuyer l'élément mobile (1) sous l'action d'une force
10 extérieure, les quantités respectives de liquide (21) entre les deux palettes (1, 22) d'une part et sur le contact électrique (7) d'autre part, et la distance de l'axe de rotation (35) au contact électrique (7) étant telles que la position dudit contact (1, 7) est une position stable.

15 9. Interrupteur à contacts mouillés par le mercure disposés dans un boîtier, caractérisé en ce qu'il comporte deux contacts électriques (6, 7), une palette mobile (1) qui pivote autour d'un axe (35) ménagé dans une rainure (36) de l'embase (3) du boîtier et s'appuyant sur l'un ou l'autre des contacts électriques, ainsi qu'une
20 palette fixe (30) en forme de dièdre (30, 31), l'un des plans du dièdre étant fixé à l'embase (3) et muni d'une ouverture à travers laquelle passe l'élément mobile, ces éléments étant disposés respectivement de telle sorte que du mercure introduit dans le boîtier en quantité suffisante permette d'exercer une force de rappel sur la palette
25 mobile (1) ainsi qu'un basculement aisé de celle-ci autour de son axe.

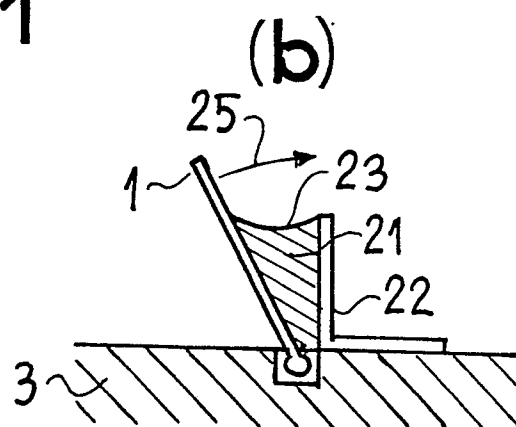
10. Utilisation de l'interrupteur selon l'une des revendications précédentes dans les relais à commande magnétique, le champ magnétique permettant de faire basculer la palette mobile (1).

1/1

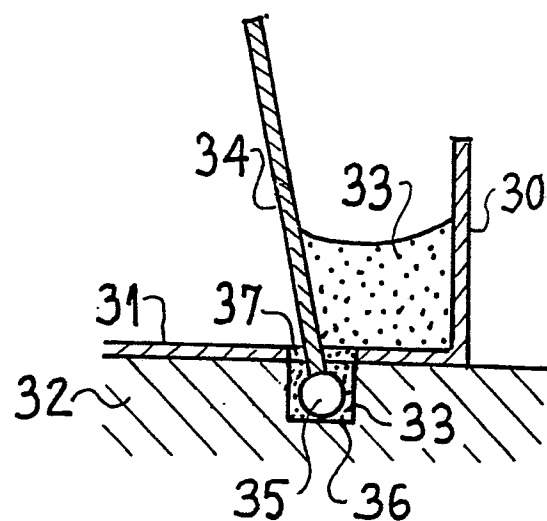
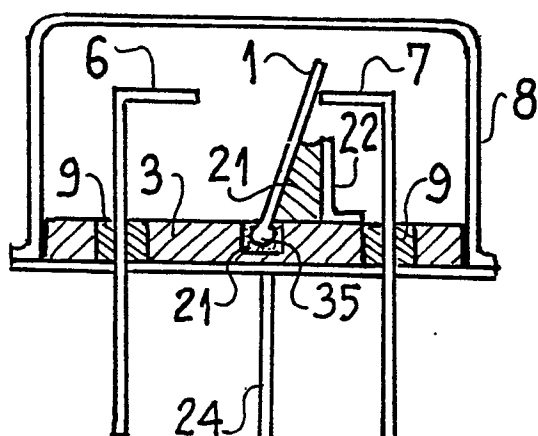
FIG_1



FIG_2



FIG_3



FIG_4

