

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 24025**

---

(54) Commutateur à contact liquide.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). H 01 H 29/04.

(22) Date de dépôt..... 22 décembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RDA, 12 mars 1981, n° WP H 01 H/228 229.

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 37 du 17-9-1982.

---

(71) Déposant : VEB RELASTECHNICK GROSSBREITENBACH, résidant en RDA.

(72) Invention de : Siegfried Lusche, Günter Pfeifer et Klaus Wolf.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger,  
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

L'invention concerne un commutateur à contact liquide fonctionnant dans n'importe quelle position, sans batttement et avec une fréquence de commutation élevée.

En dehors de son domaine principal d'application, 5 l'électronique, le commutateur conforme à l'invention peut également être utilisé comme convertisseur électromécanique-analogique ou numérique, directement pour des grandeurs telles que la pression et l'accélération.

On connaît des commutateurs à contact liquide, 10 qui sont constitués d'au moins deux électrodes électriquement isolées l'une de l'autre et munies de surfaces de contact, ainsi que d'un liquide de contact se trouvant entre les surfaces de contact des électrodes. Grâce à ce liquide de contact, une liaison électriquement conductrice peut être réalisée entre les 15 électrodes. Ces solutions techniques connues présentent différents inconvénients. L'un de ces inconvénients est leur sensibilité de positionnement. L'indépendance du mode de fonctionnement du contact liquide par rapport au positionnement, peut certes, être obtenue par la prépondérance de la pression de Laplace par 20 rapport à la pression graviphique. Voir à ce sujet : 1ère édition. Editions communautaires de la librairie MIR, MOSCOU et de la librairie allemande "Veb für Grundstoffindustrie" Leipzig. Cela n'est toutefois pas possible dans tous les cas d'application.

25 Une autre proposition connue est contenue dans le document DE-OS 2 347 851. L'inconvénient à mentionner dans ce cas est la fréquence de commutation limitée résultant du principe de refoulement de mercure au moyen de piston plongeur.

Le commutateur selon le document DD-WP 110 384 30 comporte également des inconvénients. Les raccordements de contact pénétrant dans un capillaire de diamètre constant ou bien même traversant diamétralement celui-ci provoquent une rupture du liquide de contact lors de la propagation de fréquences de travail éventuellement élevées. La position de repos n'est 35 pas définie et elle est uniquement déterminée par le frottement réduit d'adhérence, résultant dans une large mesure de la pression de Laplace, entre le liquide de contact et la paroi du capillaire. Il en résulte une stabilité de position insuffisante dans le cas d'oscillations, une inconstance de la valeur 40 de réponse, une inconstance des trajets d'isolation et donc,

également, de la résistance d'isolation entre les raccordements de contact.

Les inconvénients d'un commutateur selon le document DE-AS 1 811 489 résultent des dimensionnements réduits possibles dans la direction radiale et axiale de l'installation, dimensionnements qui résultent eux-mêmes du volume maximal de  $10^{-6} \text{ cm}^3$  indiqué comme nécessaire pour l'aptitude au fonctionnement. La distance des surfaces de contact des électrodes, le diamètre des canaux transversaux co-axiaux et le volume du liquide de contact, ne peuvent varier que dans certaines conditions. Cela résulte des conditions pour la constitution d'une caténoïde de rotation constituée par le liquide de contact et qui, pour les possibilités décrites d'interruption du circuit, doit être dimensionnée au voisinage de la limite de stabilité en ce qui concerne l'intervalle entre les surfaces de contact des électrodes. Les corrélations mathématiques et physiques en ce qui concerne la caténoïde de rotation, sont exposées dans l'ouvrage Wolf, K.-L. : Physik und Chemie der Grenzflächen, tome 2, pages 22 à 41, Springer-Verlag OHG, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1959, ainsi ce dispositif est très sensible aux tolérances en ce qui concerne les critères indiqués, et difficile à contrôler techniquement. En outre, seuls de petits trajets d'isolation entre les surfaces de contact des électrodes sont possibles, ce qui exclu l'aptitude à la commutation de tension élevée. Un autre inconvénient est la formation, imposée pour des raisons physiques, de petites gouttelettes séparées lors du passage du volume unitaire du liquide de contact en deux volumes partiels séparés pour interrompre le circuit, ce qui correspond à l'état "ouvert". Pour garantir les paramètres électriques constants souhaités, ces gouttelettes séparées doivent être réunies à nouveau avec le reste du liquide de contact par des dispositions supplémentaires.

Un inconvénient d'un commutateur selon le document US-PS 3 539 743 est l'amenée du produit en écoulement à travers une substance poreuse dans un dispositif à une ou plusieurs couches. La résistance à l'écoulement qui en résulte limite la vitesse de commutation.

Le but de l'invention est de créer un commutateur à contact liquide qui évite les défauts précités des solutions techniques connues et qui se distingue particulièrement

par la sécurité élevée avec laquelle s'établit le contact et la simplicité de la technologie de réalisation. Le problème posé à l'invention est de réaliser un commutateur à contact liquide fonctionnant dans toutes les positions avec des efforts de manœuvre très réduits et sans battement, même pour des fréquences de commutation très élevées, et qui possède, en même temps, une constitution technologiquement avantageuse.

A cet effet, l'invention concerne un commutateur à contact liquide avec au moins deux électrodes fixes isolées électriquement l'une de l'autre, entre les surfaces de contact desquelles un contact est réalisé au moyen d'un liquide de contact, commutateur caractérisé en ce que, dans un espace constitué par deux élargissements auxquels sont respectivement associées deux électrodes et qui sont reliés par un rétrécissement, espace dont les parois sont constituées par un matériau non mouillable, est disposé un liquide de contact constitué d'un volume toujours cohérent, qui est déplacé par un produit en écoulement à travers les orifices se trouvant dans les élargissements, ou bien qui est déplacé par une force externe.

Il est avantageux de prévoir que, entre les orifices est disposée au moins une résistance à l'écoulement, réduisant l'effort exercé sur le liquide de contact et résultant de l'action développée par le produit en écoulement.

Si deux élargissements sont reliés entre eux par l'intermédiaire d'une résistance à l'écoulement, il est alors possible pour un choix convenable de l'importance et du sens de l'effort agissant sur le liquide de contact, de passer d'une position de repos dans une seconde position de repos stable. De cette façon, un comportement bistable en position peut être réalisé.

La disposition des électrodes munies de surfaces de contact dans les élargissements capillaires et dans le rétrécissement, s'effectue de façon telle que des caractéristiques de commutation déterminées sont obtenues, les surfaces de contact n'ayant de façon avantageuse aucune influence sur la stabilité de position du fait qu'elles ne sont pas mouillées.

Le dispositif conforme à l'invention permet ainsi par exemple la réalisation de commutateurs à contact liquide sous la forme de contacteurs, de disjoncteurs, et d'inverseurs pour un fonctionnement monostable ou bistable.

L'inverseur est en outre susceptible d'être réalisé pour les fonctions de commutation d'ouverture avant fermeture ou bien de fermeture avant ouverture. La disposition des surfaces de contact parallèlement à la direction de déplacement du liquide de contact, garantit un fonctionnement exempt dans

une large mesure de battement du commutateur à contact liquide. L'invention va être exposée plus en détail en se référant à deux exemples de réalisation représentés sur les dessins ci-joints dans lesquels :

- 10 - la figure 1 est une coupe longitudinale partielle du commutateur conforme à l'invention,
- la figure 2 est une coupe selon la ligne A-A de la figure 1,
- la figure 3 est une coupe longitudinale d'une
- 15 autre forme de réalisation du commutateur selon l'invention.

Le comportement bistable en position d'un liquide de contact 1 du dispositif conforme à l'invention selon la figure 1, est obtenu grâce à la surface minimale par rapport à d'autres possibilités de position du liquide de contact 1, lors du remplissage dans une large mesure d'un des élargissements 2 et 3 avantageusement identiques en forme et en volume. Par l'intermédiaire des électrodes 4 et 5 et du liquide de contact 1, un circuit est fermé. Le passage du liquide de contact 1 dans l'autre état stable est réalisé par l'action de la pression du fluide en écoulement amené par l'intermédiaire d'un orifice 8 ou 9. L'effort résultant de cette action de la pression doit être supérieur à la force antagoniste résultant de la tension superficielle lors du refoulement du liquide de contact 1 dans le rétrécissement 10 du capillaire. Après l'introduction du liquide de contact 1 dans l'élargissement 3, la liaison électriquement conductrice entre les électrodes 6 et 7 est établie et elle est interrompue entre les électrodes 4 et 5. Le fluide susceptible de s'écouler se trouvant dans le rétrécissant 10 et dans l'élargissement 3, peut être évacué par l'intermédiaire d'un orifice 9. Les dimensions et la forme des orifices 8 et 9 sont prévues de façon telle qu'une pénétration du liquide dans l'un des deux orifices 8 et 9 provoquée lors de l'écoulement depuis l'élargissement 2 dans l'élargissement 3 et inversement, par l'effet de pression exercée par le fluide en écoulement, et l'énergie cinétique du liquide de contact 1, soit empêchée.

Cela signifie que la somme des composantes de force perpendiculaire à la section transversale des orifices 8 et 9, doit être inférieure à la force antagoniste résultant de la tension superficielle lors de la pénétration du liquide de contact 1 dans les orifices 8 et 9.

Le comportement bistable en position du liquide de contact permet de déclencher le processus d'écoulement depuis l'élargissement 2 dans l'élargissement 3 et inversement, au moyen d'impulsions de pression d'une grandeur suffisante et d'une durée dépendant de cette grandeur. Les impulsions de pression prennent naissance par exemple par abaissement de la différence de pression sur le liquide de contact 1 au moyen de la décharge d'une capacité volumétrique par l'intermédiaire d'une résistance à l'écoulement 11. De lentes modifications de la pression par suite des influences de la température ou de modifications de la capacité volumétrique, sont efficacement compensées par l'intermédiaire de la résistance à l'écoulement 11.

Une forme de réalisation comme commutateur monostable à contact liquide est représentée sur la figure 3. Le liquide de contact 1 remplit dans la position de départ un élargissement 12. L'énergie superficielle libre est minimale. Des électrodes 13 et 14 sont reliées de façon électriquement conductrices par l'intermédiaire du liquide de contact 1. Par action du produit d'écoulement, le liquide de contact 1 est refoulé partiellement ou totalement dans le rétrécissement d'un capillaire 15. La liaison électriquement conductrice entre les électrodes 13 et 14 est alors interrompue et une telle liaison est établie entre les électrodes 14 et 16. Lorsque la différence de pression efficace et l'action en résultant en direction du capillaire 15 tombent au-dessous de la force antagoniste résultant de la tension superficielle du liquide de contact 1, ce liquide de contact 1 doit s'écouler en retour dans l'élargissement 12 et y prendre la position stable de départ. Un abaissement défini de la différence de pression sur le liquide de contact 1, par exemple au moyen de la résistance d'écoulement 11, est avantageux dans le cas de l'utilisation de cette forme de réalisation du dispositif conforme à l'invention en tant qu'organe temporisé.

Une autre possibilité de manoeuvre du commutateur à contact liquide, est obtenue par l'action d'une force d'accélération externe, d'une importance et d'une direction ap-

propriées, sur le liquide de contact 1. Une différence de pression sur le liquide de contact 1 exercée par le fluide d'écoulement refoulé, est abaissée par l'intermédiaire d'une résistance à l'écoulement 11. Ou bien les orifices 8 et 9 aboutissent à des volumes supplémentaires qui ont une dimension telle que la différence de pression est limitée.

Les orifices 8 et 9 peuvent être avantageusement supprimés lorsque le déplacement du liquide de contact s'effectue dans le vide ou bien dans des conditions analogues au vide.

L'absence de mouillage des surfaces de contact par le liquide de contact 1, permet la disposition favorable pour le fonctionnement de ces surfaces de contact à l'extrémité frontale et/ou en totalité ou partiellement à la périphérie du capillaire.

Le commutateur conforme à l'invention selon la figure 1 peut être réalisé en tant qu'inverseur, en ce qu'une des électrodes 4 ou 5 est reliée avec l'une des électrodes 6 ou 7, auquel cas avant la liaison électriquement conductrice des électrodes 6 et 7 par le liquide de contact 1, la liaison électriquement conductrice entre les électrodes 4 et 5 est interrompue. Cette solution constitue une réalisation de la fonction ouverture avant fermeture.

Pour une distance réduite minimale des électrodes 4 et 5 et des électrodes 6 et 7, et/ou une faible longueur et/ou un faible volume du rétrécissement 10 du capillaire, on peut également réaliser une fonction de commutation fermeture avant ouverture. La réalisation selon la figure 1 constitue, sans les électrodes 4 et 5, un contacteur et sans les électrodes 6 et 7, un disjoncteur, lorsque dans la position de départ, le liquide de contact 1 se trouve dans l'élargissement 2. Le commutateur à contact liquide conforme à l'invention, est notamment susceptible d'une réalisation du type planaire selon le procédé d'injection de plastique technologiquement contrôlable dans de bonnes conditions.

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

1.- Commutateur à contact liquide avec au moins deux électrodes fixes isolées électriquement l'une de l'autre, entre les surfaces de contact desquelles un contact est réalisé  
5 au moyen d'un liquide de contact, commutateur caractérisé en ce que dans un espace constitué par deux élargissements (2, 3) auxquels sont respectivement associées deux électrodes (4, 5 et 6, 7) et qui sont reliés par un rétrécissement (10), espace dont les parois sont constituées par un matériau non mouillable,  
10 est disposé un liquide de contact constitué d'un volume toujours cohérent, qui est déplacé par un produit en écoulement à travers les orifices (8, 9) se trouvant dans les élargissements (2, 3) ou bien qui est déplacé par une force externe.

2.- Commutateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que, entre les orifices (8, 9) est disposée au  
15 moins une résistance à l'écoulement (11) réduisant l'effort exercé sur le liquide de contact (1) et résultant de l'action développée par le produit en écoulement.



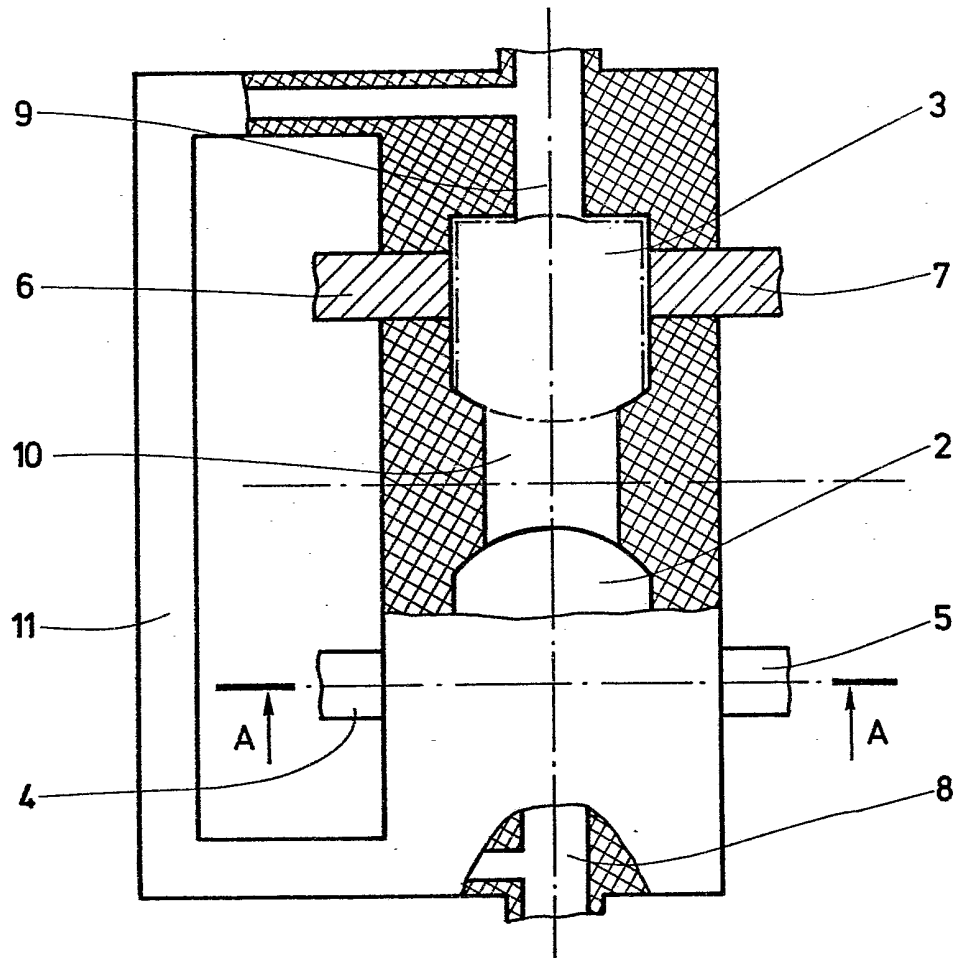


Fig. 1

COUPE A\_A

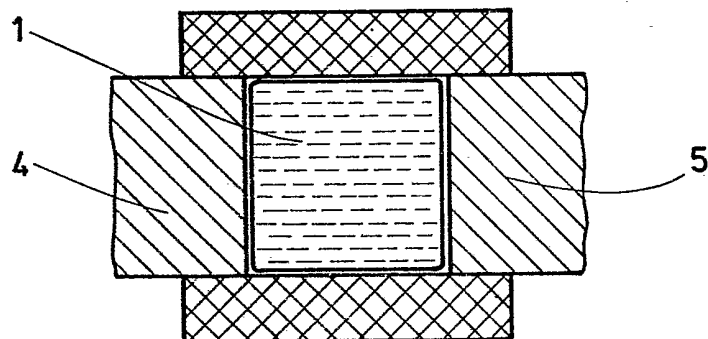


Fig. 2

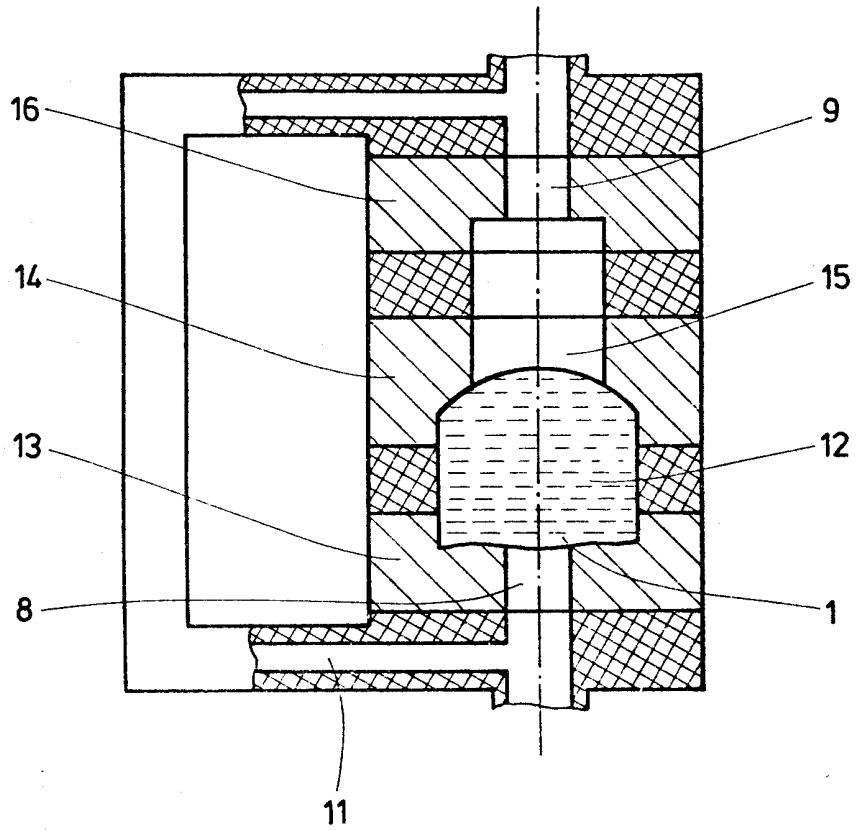


Fig. 3