(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 576 165**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 00052**

(51) Int Cl⁴ : H 03 K 17/95.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 3 janvier 1986.

(30) Priorité : CH, 11 janvier 1985, n° 129/85-2.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 29 du 18 juillet 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *Société dite : BAUMER ELECTRIC AG, société de droit suisse.* — CH.

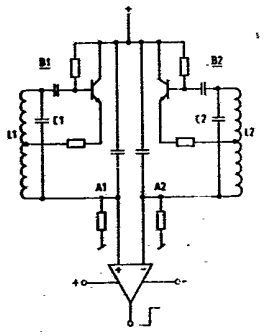
(72) Inventeur(s) : Bruno Weisshaupt.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Madeuf.

(54) Interrupteur de précision à déclenchement sans contact.

(57) Détecteur de proximité sans contact comportant une partie B fonctionnant comme oscillateur et une électronique de sélection, d'une part, et une pièce d'amortissement, d'autre part, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux éléments producteurs de champs disposés de telle manière que les champs produits par les éléments L1, L2 producteurs de champs sont juxtaposés dans un espace étroit et que les côtés de ces éléments par où sortent les champs électromagnétiques sont placés de telle manière qu'une seule pièce d'amortissement A peut être amenée en situation d'interaction avec plusieurs champs.



FR 2 576 165 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention intéresse les techniques de détection et est relative à un détecteur de proximité comportant d'une part une partie oscillateur et un système électronique d'évaluation et, d'autre part, une pièce d'amortissement.

Le fonctionnement des commutateurs à déclenchement sans contact ou détecteurs de proximité est fondé sur le principe que le coefficient de qualité d'un circuit oscillant est modifié ou qu'un oscillateur est désaccordé par l'introduction de matières convenables dans le champ électromagnétique produit par la bobine de l'oscillateur. En général, on utilise des bobines qui sont parcourues par un courant alternatif et comportent un noyau en matière ferro-magnétique rapprochant les lignes de champ et qui produisent dans la pièce métallique d'amortissement, lorsqu'elle s'approche, des courants de Foucault qui sont d'autant plus intenses que la distance séparant la pièce d'amortissement de la bobine est réduite dans le sens de l'axe principal du champ. Les modifications du champ provoquées par les courants de Foucault dans la bobine produisent l'amortissement de l'oscillateur.

Le mouvement de rapprochement de la pièce d'amortissement par rapport à l'oscillateur peut s'effectuer dans la direction de l'axe principal de la bobine ou dans une direction oblique, pouvant aller jusqu'à être perpendiculaire, à cet axe.

Au-dessus d'une vitesse de rapprochement relative déterminée, on évite, pour des raisons de sécurité, tout mouvement de rapprochement de la pièce d'amortissement et par conséquent (la plupart du temps) d'une pièce de machine plus ou moins lourde, dans la direction de l'axe principal du champ, c'est-à-dire vers l'oscillateur. On préfère en général un déplacement latéral, dans lequel la pièce d'amortissement se rapproche obli-

quement ou même orthogonalement dans le champ électromagnétique de la bobine (oscillateur) en suivant un trajet géométrique libre dont la forme lui permet une sortie facile.

L'inconvénient des détecteurs de proximité connus, notamment dans le cas d'un mouvement de rapprochement dans le sens latéral à grande vitesse, résulte de la difficulté de positionnement provenant du manque de precision et de reproductibilité du point de contact de commutation qui peut, entre autres, dépendre de la température. Par ailleurs, en raison de la nature des choses, il n'est pas possible d'éviter une hystérésis entre amortissement/compensation de l'amortissement dans un sens et entre compensation de l'amortissement/amortissement en sens inverse. Cette hystérésis résulte de l'inertie "électromagnétique" et surtout mécanique du système qui lui est inhérente. Il est cependant souhaitable de pouvoir disposer d'un commutateur de précision qui soit constitué par un détecteur de proximité capable d'assurer la commutation avec un degré de reproductibilité correspondant à une grande finesse géométrique et dont la réalisation entraîne des frais à peu près comparables à ceux d'un détecteur de proximité classique.

Le but de l'invention est la réalisation d'un détecteur-commutateur satisfaisant à ces conditions.

Ce but est atteint, suivant l'invention, par l'utilisation d'au moins deux éléments générateurs de champ qui sont montés dans un commutateur de telle manière que les bobines d'inductance soient disposées dans un espace étroit parallèlement l'un à l'autre de telle manière que les côtés sortie du champ électromagnétique soient orientés dans la même direction et que la même pièce d'amortissement puisse se trouver en situation d'interaction avec plusieurs champs. Ce nouveau

détecteur de proximité comporte donc deux ou plusieurs points de contact de commutation sur lesquels une pièce d'amortissement peut agir directement.

L'invention est décrite ci-dessous d'une manière plus détaillée au moyen d'un seul exemple de réalisation en se référant au dessin. Cet exemple de réalisation n'est que l'un des nombreux modes de réalisation possibles d'oscillateurs, tous les autres oscillateurs qui interviennent dans les détecteurs de proximité les plus variés, par exemple dans le détecteur NAMUR, pouvant être utilisés.

La fig. 1A et la fig. 1B indiquent géométriquement, au moyen d'un système de coordonnées en Y et Z, le principe du mode de montage des éléments essentiels du dispositif suivant l'invention, c'est-à-dire la partie oscillateur B1/B2, avec deux oscillateurs, et la pièce d'amortissement A d'un détecteur de proximité utilisable comme commutateur de précision.

La fig. 2 indique le tracé des signaux d'oscillateur UB1 et UB2 en fonction du trajet de la pièce d'amortissement A.

La fig. 3 représente la superposition des tracés des signaux déterminés expérimentalement.

La fig. 4 représente la superposition des tracés des signaux qui ont été déterminés pour les deux oscillateurs et qui peuvent être utilisés comme signal utile pour la commande du commutateur.

La fig. 5 est un schéma montrant, à titre d'exemple, les dépenses (relativement faibles) qu'entraîne la réalisation d'un commutateur de précision.

La fig. 6 représente, en liaison avec la fig. 5, des détails de la technique de commutation du commutateur de précision représenté par la fig. 5.

La fig. 7 est une esquisse montrant, avec des proportions approximatives, le montage en parallèle des

éléments générateurs de champ.

Comme on l'a vu au début, l'inertie d'interaction entre la pièce d'amortissement et l'oscillateur produit une hystérésis qui varie avec la vitesse par rapport à l'axe de déplacement de la pièce d'amortissement. Le but de l'invention n'est pas d'accélérer cette interaction pour que le commutateur réagisse "plus vite"; au contraire, l'invention consiste à partir de données fixes en appliquant les principes ci-dessous.

Le détecteur-commutateur doit permettre de déterminer, dans de bonnes conditions de reproductibilité et avec une grande finesse de détermination géométrique, la position d'un objet métallique (pièce d'amortissement) lorsque le champ du détecteur électromagnétique comporte non pas un, mais deux ou plusieurs générateurs de champ. En cas de déplacement latéral ou oblique d'un objet métallique dans un champ global produit par plusieurs éléments générateurs de champ et abstraction faite du cas spécial dans lequel le mouvement de rapprochement ne produit pas de variation, par raison de symétrie, lorsqu'il se produit dans la direction de l'axe principal du champ, tout élément générateur de champ et tout oscillateur qui ne coïncide pas (momentanément) avec les autres est soumis à une action. Le décalage chronologique entre les interactions du champ total et de la pièce d'amortissement est interprété d'après le tracé des signaux des oscillateurs associés.

La fig. 1 représente un mode de réalisation comportant un système à deux oscillateurs. Deux oscillateurs B1 et B2 sont situés, dans un système de coordonnées orthogonales dans l'espace, du même côté du plan X et à des distances égales de l'axe Z, un champ de détection électromagnétique s'étendant dans la même direction Z. Les champs élémentaires sont de préférence superposés linéairement. Il ne sera pas question dans ce

qui suit de la structure du champ global résultant de la superposition des champs élémentaires.

Lorsque la pièce d'amortissement A se déplace latéralement, c'est-à-dire dans le cas envisagé perpendiculairement à l'axe Z dans la direction X vers le champ de l'oscillateur, c'est d'abord l'oscillateur B1 qui est soumis à l'action de la pièce. Par contre, le comportement de l'oscillateur B2 reste encore inchangé. Les deux oscillateurs sont soumis successivement à l'action de la pièce d'amortissement avec un retard de phase X_p, essentiellement de la même façon au point de symétrie X_o, de façon qu'à la fin ce ne soit plus que l'oscillateur B2 qui soit soumis à une interaction avec la pièce d'amortissement A. On voit donc qu'un déplacement de la pièce d'amortissement dans le plan X, Y, sauf dans la direction Y (fig. 1B) modifie le comportement des oscillateurs suivant la direction , tandis qu'en cas de déplacement dans la direction Z si la condition de symétrie est respectée, les oscillateurs (de même que dans la direction Y) se comportent de la même manière. Lorsque le mouvement de rapprochement s'effectue obliquement, suivant un angle α , par rapport à l'axe Z, le rapport de phases X entre les deux oscillateurs est égal à X_p = fonction trigonométrique de α . En général, on déplace la pièce d'amortissement perpendiculairement à la direction d'élargissement ou à la direction de l'axe principal du champ total.

Dans ces conditions, lorsqu'une pièce d'amortissement traverse complètement un champ total, on obtient les tracés de signaux individuels indiqués par la fig. 2. Le diagramme met en évidence les variations individuelles d'oscillateur UB1 et UB2 en fonction de la position de la pièce d'amortissement, non représentée, par rapport aux deux oscillateurs B1 et B2 et permet d'étudier les conditions correspondant au mode de réalisation

spécial comportant l'utilisation de deux oscillateurs.

Lorsque la pièce d'amortissement se meut dans le sens du déplacement (direction x -, xy -, y) du diagramme trajet-tension vers les deux oscillateurs B1, B2, cet objet amortit d'abord l'oscillateur B1 en lui enlevant de l'énergie qui doit être utilisée à la production de courants de Foucault dans la pièce d'amortissement. La tension appliquée à l'oscillateur B1 sur lequel s'exerce cette action s'abaisse brusquement tandis que l'oscillateur B2, qui est encore plus éloigné, n'est pas encore atteint. Entre les deux axes principaux des champs d'oscillateur, la pièce d'amortissement commence alors à s'éloigner de l'oscillateur B1, mais continue à s'approcher de l'oscillateur B2 pour s'écarter finalement des deux oscillateurs B1, B2. On obtient de cette manière des courbes d'amortissement et de compensation d'amortissement qui se coupent nettement entre les oscillateurs, mais seulement lorsque les deux oscillateurs présentent, avec des écarts aussi faibles que possible, le même tracé brusquement ascendant des courbes d'amortissement et de compensation d'amortissement pour une même distance entre l'oscillateur et la pièce d'amortissement. Le diagramme met également en évidence des points d'intersection en fonction de la distance d'oscillation minimale de la pièce d'amortissement, ce qui provoque une modification de la pente de la courbe. Pour simplifier le mode de représentation du dispositif, on part d'une pièce d'amortissement fixe dont les deux oscillateurs B1, B2 s'approchent en parcourant des distances minimales, c'est-à-dire perpendiculaires A = a; B = b; C = c.
Les positions indiquées pour les points d'intersection des couples de courbes A, a ou B, b ou C, c mettent en évidence l'influence exercée sur la position de ces points d'intersection par la distance entre la pièce de manoeuvre et l'oscillateur dans la direction Z. Lorsque les

deux oscillateurs ne sont pas à la même distance du plan X, Y, on obtient des courbes de pentes différentes. On peut utiliser ce résultat pour régler ou déplacer le point d'intersection suivant le sens du mouvement de la pièce d'amortissement. En tout cas, en raison de la symétrie oblique réalisée dans ce cas, on obtient, suivant l'obliquité, une sensibilité croissante aux déplacements dans la direction Z.

Comme on vient de le voir, la pente de la courbe d'amortissement et de compensation d'amortissement est fonction de la distance séparant l'oscillateur (emplacement de sortie du champ) de la pièce d'amortissement. Le tracé en forme de $\mathcal{E}$ entre l'amortissement maximal et la compensation complète de l'amortissement fixe des limites naturelles à toute une série de points d'intersection SAa, SBb, SCc, susceptibles d'être détectés. Cette situation est représentée par les courbes. On y voit l'influence de la distance D qui sépare les oscillateurs.

La fig. 3 représente une famille de courbes z_1 à z_4 déterminée expérimentalement dans le diagramme tension-trajet. Chacun des oscillateurs B1 et B2 a été soumis individuellement à des mesures et on a noté la tension trouvée, il ne s'agit donc pas encore de tracés de tension des oscillateurs combinés dans la technique de commutation. Le paramètre z représente la distance comprise, sur l'axe principal, entre la bobine d'oscillateur et la pièce d'amortissement dans la direction Z, c'est-à-dire, comme on l'a déjà indiqué, la température d'élargissement principal du champ de l'oscillateur électromagnétique. Comme on peut s'y attendre, les points d'intersection des tracés des couples de signaux sont répartis linéairement dans la direction Z. On a représenté complètement le tracé (inversé dans ce cas) compensation d'amortissement/amortissement/

compensation d'amortissement de l'oscillateur B2 lors du passage de la pièce d'amortissement. Pour ne pas trop charger la figure, on ne l'a représentée que partiellement pour l'oscillateur B1.

La fig. 4 représente un champ de superposition déterminé expérimentalement, c'est-à-dire le signal superposé des oscillateurs B1, B2 au cours d'un passage d'une pièce d'amortissement. Les minima de signaux correspondant aux points d'intersection sont également répartis en ligne droite dans la direction Z, avec comme on l'a déjà vu, les mêmes relations.

La courbe de la fig. 3 peut être utilisée de plusieurs manières. Un procédé avantageux est décrit ci-après. Comme on l'a vu, l'inertie du système reste inchangée. Si, maintenant, le commutateur doit pouvoir réagir plus vite, c'est-à-dire pouvoir se déplacer à plus grande vitesse, on utilise, par exemple dans le cas d'un mouvement de rapprochement à partir de la gauche, le tracé du signal sur B1 pour réduire la vitesse de rapprochement ou provoquer un arrêt préliminaire. De ce fait, le commutateur est conditionné. L'idée de l'invention est d'utiliser plus d'un oscillateur dans un détecteur de proximité et de réaliser et d'utiliser un champ de superposition d'au moins deux oscillateurs qui coopèrent alternativement en interaction avec la même pièce d'amortissement. De ce fait, le détecteur comporte plusieurs points de commutation susceptibles de subir directement l'action de la pièce d'amortissement.

La fig. 5 représente, sous une forme très générale, le schéma d'un mode de réalisation du commutateur de précision comportant deux oscillateurs B1 et B2, leur circuit d'exploitation commun, un comparateur C et un amplificateur V monté en aval. Le signal de départ indique, d'après la caractéristique du comparateur, quel

est l'oscillateur sur lequel la pièce d'amortissement agit le plus. Le comparateur et l'amplificateur monté en aval sont réalisés d'après le schéma d'enclenchement déjà mentionné. La fig. 6 montre les détails de montage d'un mode de réalisation comportant les deux oscillateurs B1 et B2 qui sont ici représentés symétriquement par rapport à un plan. La figure représente également les circuits oscillants L1/C1 et L2/C2 de même que les bornes de sortie A1 et A2. On peut utiliser n'importe quel oscillateur, notamment les oscillateurs Hartley, Colpitts et des dérivés de ces modèles, qu'il est avantageux de monter en paires sélectionnées.

Le mode de montage des oscillateurs ou de leurs inductances L1 et L2 dans une liaison spatiale étroite suivant l'invention est représenté schématiquement pour ce mode de réalisation sur la fig. 7, les dimensions étant approximativement indiquées ci-après. Les bobines des oscillateurs B1 et B2 sont enroulées dans des moitiés de noyaux en pot ayant un diamètre d'environ 6 mm (à la fabrication). Deux de ces noyaux en pot sont séparés par une distance B1-B2 de 3 mm environ, de telle manière que le côté ouvert du noyau en pot des deux noyaux en pot forment d'une manière aussi précise que possible un plan. Le champ électromagnétique de l'oscillateur s'élargit, pour les deux bobines, dans la même direction. Le diamètre total D de la partie d'oscillateur B1/B2 du commutateur de précision est de 18 à 20 mm environ. En règle générale, tout le circuit oscillant, y compris le comparateur et, le cas échéant, l'amplificateur final, peuvent être logés dans une enveloppe commune S, de sorte qu'il suffit de sortir un simple signal de commutation (2 niveaux) de l'emplacement de détection. Comme l'indique la fig. 7, l'enveloppe S a environ 30 mm de long.

Les champs orientés parallèlement l'un à

l'autre peuvent être déplacés et/ou pivoter les uns par rapport aux autres, suivant le mode de réalisation et la disposition des bobines, de manière à compenser, le cas échéant géométriquement, la caractéristique de champ. On peut donc réaliser un "conditionnement" du commutateur en cas de modification rapide des processus.

En résumé, un mode de réalisation préféré se présente de la manière suivante: le détecteur de proximité sans contact qui comporte d'une part une partie d'oscillateur (B) et, d'autre part, une pièce d'amortissement, comprend au moins deux éléments générateurs de champ disposés de telle manière que les champs émis par les éléments (L1, L2) générateurs de champs sont étroitement rapprochés dans l'espace et que les côtés sortie de ces éléments pour les champs électromagnétiques sont orientés de telle manière qu'une seule pièce d'amortissement (A) peut être amenée en situation d'interaction avec plusieurs bobines (L1, L2, ...). Les bobines d'oscillateurs sont placées dans des corps de ferrite de noyau d'enveloppe. L'un au moins des oscillateurs (B1 ou B2) ou l'une au moins des bobines génératrices de champ (L1, L2) peuvent se déplacer dans la direction de l'axe principal de son champ électromagnétique et/ou pivoter. C'est le cas, par exemple, pour l'un des dispositif de maintien qui est un dispositif de maintien réglable au moyen de vis de réglage. Dans le cas d'un mode de réalisation "d'une seule pièce" ou du moulage de deux corps de bobines, l'installation est d'abord réalisée, puis fixée. Il est avantageux qu'il y ait un circuit d'exploitation commun pour les oscillateurs, constitué par un comparateur (C) ou que deux éléments générateurs de champs (L1, L2) soient montés en parallèle au même oscillateur (B).

REVENDICATIONS

1 - Détecteur de proximité sans contact comportant une partie (B) fonctionnant comme oscillateur et une électronique de sélection, d'une part, et une pièce d'amortissement, d'autre part, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux éléments producteurs de champs disposés de telle manière que les champs produits par les éléments (L1, L2) producteurs de champs sont juxtaposés dans un espace étroit et que les côtés de ces éléments par où sortent les champs électromagnétiques sont placés de telle manière qu'une seule pièce d'amortissement (A) peut être amenée en situation d'interaction avec plusieurs champs.

2 - Détecteur de proximité selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux oscillateurs LC (B1, B2) placés de telle manière que les bobines (L1, L2) productrices de champs sont disposées parallèlement dans un espace étroit, que les côtés par où sortent les champs électromagnétiques sont orientés dans le même sens et que la même pièce d'amortissement (A) peut être amenée en situation d'interaction avec plusieurs oscillateurs (B1, B2, ...).

3 - Détecteur de proximité selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux éléments producteurs de champs disposés de telle manière que les bobines (L1, L2) productrices de champs sont orientées parallèlement l'une à l'autre dans un espace étroit, que les côtés par où sortent les champs électromagnétiques sont orientés dans le même sens et que la même pièce d'amortissement (A) peut être amenée en situation d'interaction avec plusieurs bobines (L1, L2, ...) productrices de champs.

4 - Détecteur de proximité selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que les bobines d'oscillateurs sont montées dans des corps de ferrite

de noyaux de coquilles.

5 - Détecteur de proximité selon l'une des revendications 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que l'un au moins des oscillateurs (B1 ou B2) ou l'une au moins des bobines (L1, L2) productrices de champs peuvent se déplacer dans la direction de l'axe principal de son champ électromagnétique et/ou pivoter.

6 - Détecteur de proximité selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend un circuit de sélection commun pour les oscillateurs constitué par un comparateur (C).

7 - Détecteur de proximité selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que deux éléments (L1, L2) producteurs de champs sont montés en parallèle avec le même oscillateur (B).

2576165

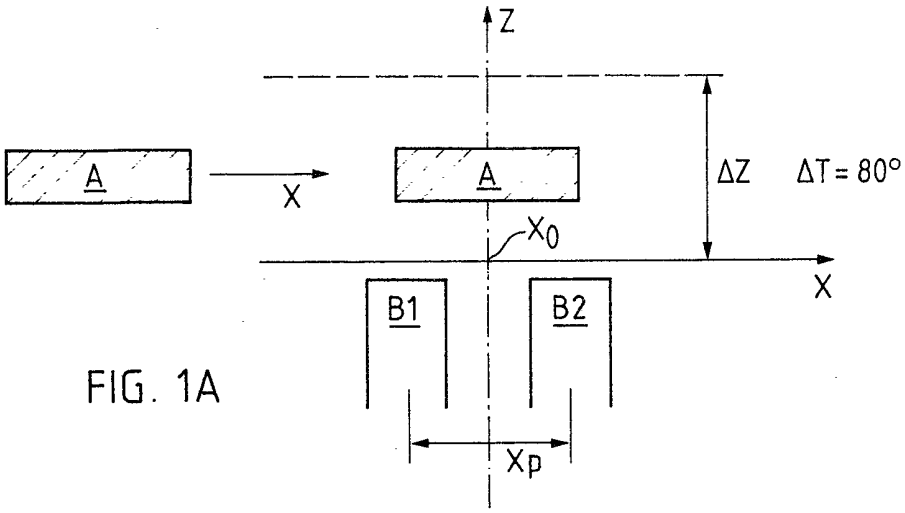


FIG. 1A

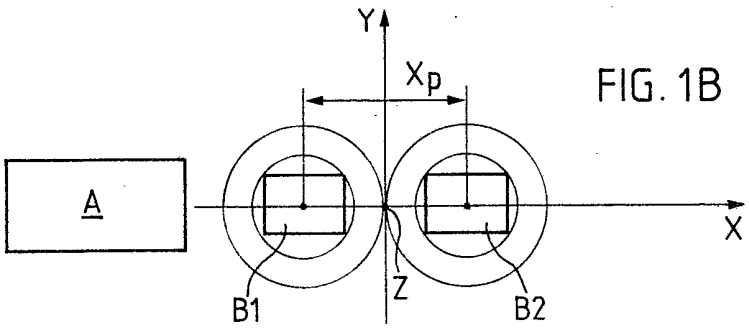


FIG. 1B

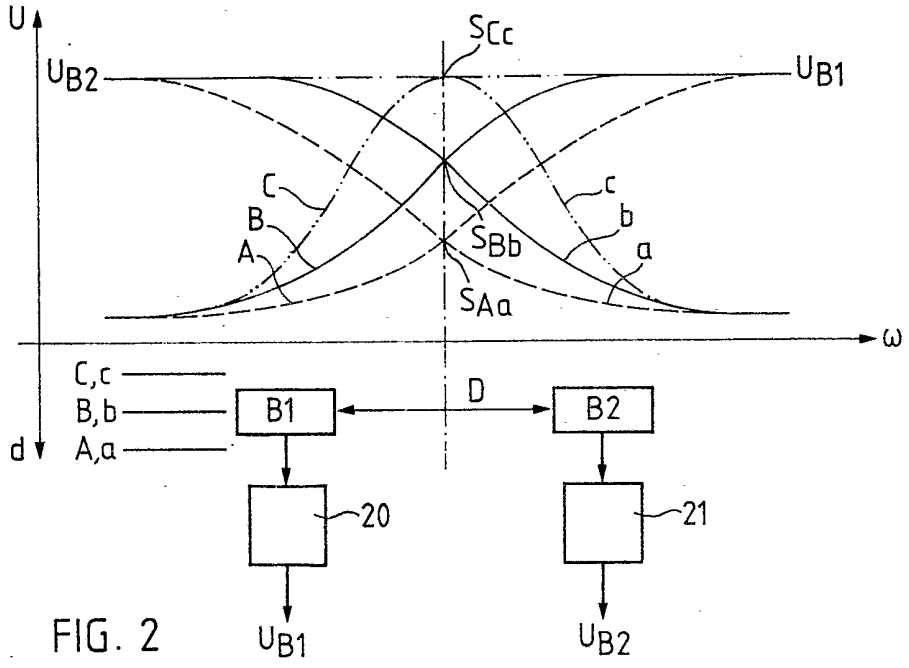


FIG. 2

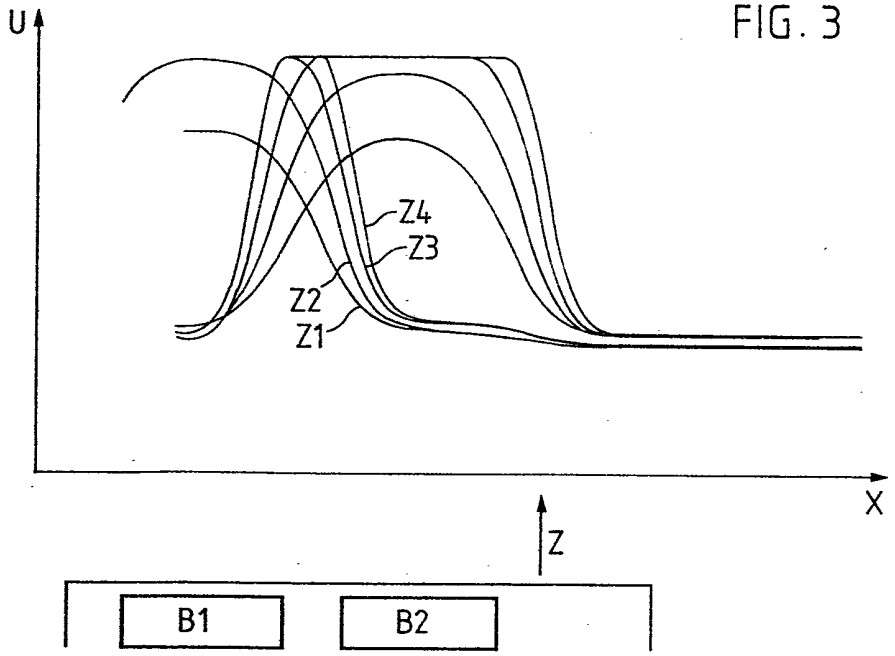


FIG. 3

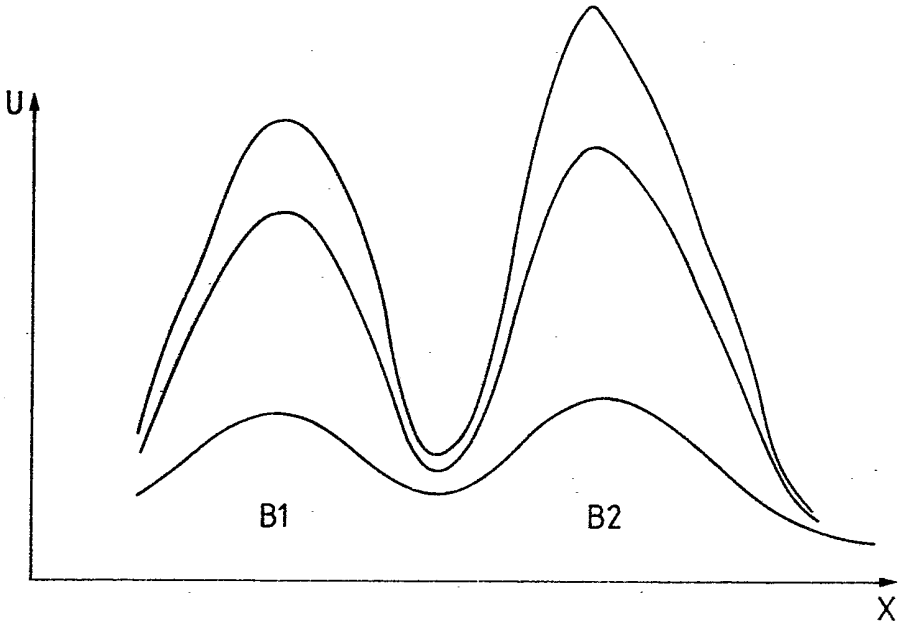


FIG. 4

2576165

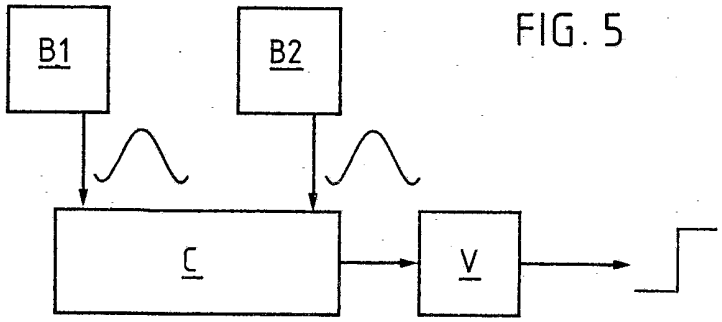


FIG. 5

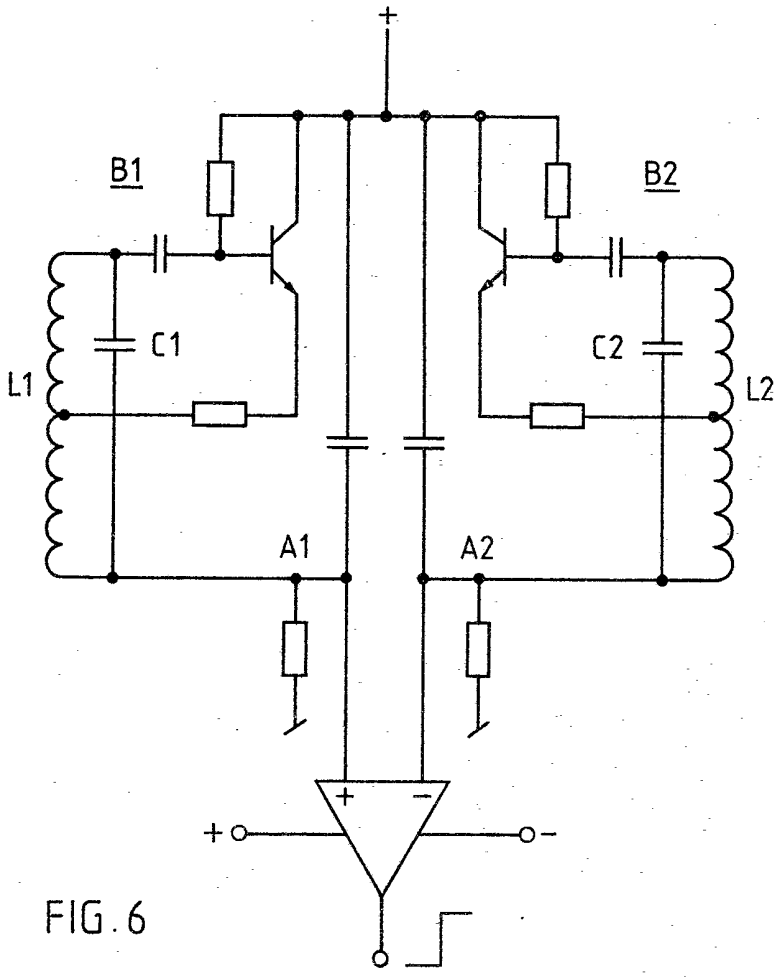


FIG. 6

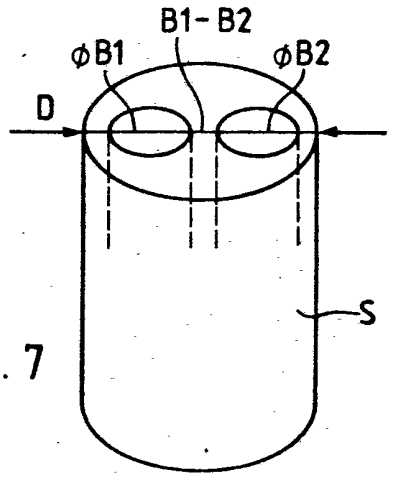


FIG. 7