

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 31 août 1982.

③0 Priorité

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 9 du 2 mars 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE, Etablissement de Caractère Scientifique, Tech-
nique et Industriel.* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Robert Saglio.

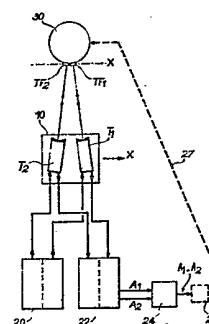
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Brevatome.

⑤4 Dispositif à ultrasons pour le repérage d'un objet.

⑤7 Dispositif à ultrasons pour le repérage d'un objet.
Le dispositif comprend, au moins deux transducteurs ultra-
sonores T_1 , T_2 et un circuit permettant de mesurer la diffé-
rence $A_1 - A_2$ des signaux délivrés par ces deux transducteurs.
Cette différence s'annule lorsque la sonde est en face de
l'objet.

Application en métrologie et dans l'asservissement en posi-
tion d'objets.



La présente invention a pour objet un dispositif à ultrasons pour le repérage de l'existence et/ou de la position d'un objet. Elle trouve une application en métrologie et notamment dans l'asservissement en position d'objets divers, tels que par exemple des crayons d'assemblages combustibles de réacteurs nucléaires lors d'opérations de contrôle.

Une sonde ultrasonore comprend, de manière classique, un transducteur ultrasonore, un circuit d'alimentation de ce transducteur consistant en un générateur d'impulsions électriques, un circuit d'amplification du signal délivré par le transducteur en réponse aux échos ultrasonores qu'il reçoit, ces échos provenant des divers obstacles présents sur le trajet du faisceau ultrasonore.

Il est possible, avec une telle sonde, de repérer la position d'un objet, par exemple la position de l'axe d'un cylindre. Il suffit pour cela de déplacer la sonde dans une direction perpendiculaire à cet axe et de relever l'amplitude du signal délivré par le transducteur. Cette amplitude est d'abord nulle lorsque la sonde n'est pas en face du cylindre, puis croît lorsque le faisceau ultrasonore commence à frapper le cylindre, passe par un maximum lorsque le transducteur est en face de l'axe du cylindre, enfin décroît pour finir par s'annuler à nouveau. Le passage par le maximum indique la position de l'axe de l'objet.

Un tel dispositif peut être inclus dans un système de réglage de la position de l'objet repéré (ou dans une boucle d'asservissement de cette position à celle de la sonde). Il suffit pour cela d'associer à celle-ci un moyen pour agir sur la position de l'objet afin de rendre maximum le signal délivré par la sonde.

Un tel asservissement de position est un problème qui se pose par exemple lors de l'examen de crayons d'assemblages combustibles de réacteurs nucléaires. Ces crayons doivent être asservis en position par rapport à une fenêtre d'observation, pendant tout le temps où ils défilent devant cette fenêtre. La sonde ultrasonore est alors solidaire de la fenêtre et le crayon est déplacé de telle sorte qu'il soit correctement centré par rapport à la fenêtre.

10 L'inconvénient du dispositif de repérage précédent est qu'il conduit à une indétermination sur le sens de la correction à apporter à la position de l'objet. En effet, le signal qui sert à commander le déplacement de l'objet est une courbe en cloche pour
15 laquelle la variation du signal présente toujours le même signe par rapport à la valeur maximale. En d'autres termes, la fonction représentant le signal est paire. On ignore donc a priori dans quelle direction il faut déplacer l'objet à asservir pour rendre l'amplitude détectée maximale.
20

La présente invention a justement pour objet un dispositif de repérage qui évite cet inconvénient en ce sens qu'il fournit un signal de caractère impair permettant de définir non seulement en
25 grandeur mais également en signe l'écart par rapport à une référence.

L'invention permet par ailleurs de détecter la présence d'objets de profils déterminés, grâce à une adaptation du dispositif à l'objet à reconnaître.
30

Ces buts sont atteints, selon l'invention, par l'utilisation de deux transducteurs (au moins) et par la formation d'un signal de différence entre les signaux délivrés par les deux transducteurs. En quelque sorte, l'un des deux échos est considéré comme un
35 écho positif et l'autre comme un écho négatif.

De façon précise, la présente invention a pour objet un dispositif à ultrasons pour le repérage d'un objet, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 - une sonde constituée d'au moins deux transducteurs ultrasonores émettant chacun un faisceau d'ondes ultrasonores focalisé sur une tache focale, les deux taches focales des deux transducteurs étant décalées l'une par rapport à l'autre le long d'une direction,
- 10 - un circuit d'alimentation des deux transducteurs,
- un circuit d'amplification des signaux délivrés par les deux transducteurs,
- un circuit apte à former un signal de différence entre les deux signaux amplifiés correspondant aux
15 deux transducteurs.

Ledit signal de différence donne la position de l'objet et, par son allure, permet de détecter l'existence d'un objet.

- De préférence, le dispositif selon l'invention comporte également des moyens pour modifier la position relative de la sonde par rapport à l'objet, dans ladite direction.

- Les caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux après la description qui suit, d'exemples de réalisation donnés à titre explicatif et nullement limitatif. Cette description se réfère à des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente un schéma général du dispositif de l'invention,
- 30 - la figure 2 illustre un exemple de disposition particulière des deux transducteurs,
- la figure 3 est un diagramme correspondant à la disposition de la figure précédente,
- la figure 4 illustre un cas où les taches
35 focales des deux faisceaux ultrasonores se recouvrent partiellement,

- la figure 5 montre l'allure des variations d'amplitude des signaux provenant des deux transducteurs dans le cas de la figure précédente,

5 - la figure 6 montre l'allure du signal de différence correspondant,

- la figure 7 illustre un cas où les deux taches focales sont séparées d'une distance qui correspond à la largeur de l'objet à repérer,

10 - la figure 8 montre l'allure des deux signaux obtenus dans ce cas et, enfin,

- la figure 9 montre l'allure du signal de différence correspondant.

Tel que représenté sur la figure 1, le dispositif de l'invention comprend :

15 - une sonde 10 constituée de deux transducteurs ultrasonores T_1 , T_2 émettant chacun un faisceau d'ondes ultrasonores focalisés sur une tache focale, respectivement TF_1 et TF_2 , les deux taches focales étant décalées l'une par rapport à l'autre le long d'une direction X,

20 - un circuit 20 d'alimentation des deux transducteurs,

- un circuit 22 d'amplification des signaux délivrés par les deux transducteurs, ce circuit délivrant deux signaux A_1 et A_2 ,

25 - un circuit 24 apte à former un signal de différence égal à $A_1 - A_2$.

30 Le dispositif peut éventuellement comprendre un circuit 26 apte à détecter l'instant où le signal de différence s'annule.

Le dispositif se complète éventuellement par un moyen non représenté apte à déplacer la sonde 10 dans la direction X ou à déplacer l'objet dans cette même direction, la sonde restant fixe.

35 Dans une disposition privilégiée mais non obligatoire, les deux transducteurs T_1 et T_2 sont dé-

calés l'un par rapport à l'autre dans le sens de la direction d'émission des ondes ultrasonores. En d'autres termes, les distances entre les transducteurs et l'objet 30 à repérer (distance appelée parfois "hauteur d'eau", car les transducteurs baignent en pratique dans un liquide de couplage) ne sont pas les mêmes. C'est ce qui est illustré sur la figure 2. Dans ce cas, les impulsions d'écho correspondant à un même objet, qui sont délivrées par les deux transducteurs, sont décalées dans le temps comme le montre le diagramme de la figure 3 : une impulsion d'émission 40 est suivie d'un premier écho 41 provenant du transducteur T_1 , qui est le plus proche de l'objet à repérer et d'un second écho 42 provenant du transducteur T_2 qui est le plus éloigné.

Cette disposition présente l'intérêt de permettre le regroupement des circuits d'amplification en un seul circuit travaillant alternativement sur l'un des échos puis sur l'autre, puisque ces deux échos sont séparés dans le temps.

Naturellement, les circuits d'alimentation peuvent être avantageusement regroupés eux aussi en un seul, les deux transducteurs étant alors attaqués en parallèle.

On pourrait encore n'utiliser qu'un seul circuit d'amplification avec des transducteurs situés tous deux à la même distance de l'objet mais en les alimentant par deux circuits distincts excitant les deux transducteurs à des instants différents.

En ce qui concerne la disposition relative des faisceaux ultrasonores dans l'espace, plusieurs variantes sont possibles selon la forme de l'objet à traiter. Dans le cas de la figure 4, il s'agit de repérer la position du plan médian 50 d'un objet cylindrique 30 (autrement dit de son axe). Les deux

taches focales TF_1 et TF_2 se recouvrent alors partiellement. Lors du défilement de la sonde dans la direction X , les signaux amplifiés correspondant aux deux transducteurs présentent l'allure illustrée sur la figure 5 où leur amplitude est portée en ordonnées et le déplacement x en abscisse. Le signal de différence $A_1 - A_2$ présente l'allure illustrée sur la figure 6. A l'abscisse x_{50} les signaux A_1 et A_2 sont égaux et le signal différence est nul. C'est l'abscisse correspondant à l'axe de l'objet.

On notera le caractère impair de la courbe de la figure 6 qui permet de déterminer le signe de l'écart par rapport à l'axe, comme indiqué plus haut.

Le dispositif de l'invention est aisément insérable dans une boucle d'asservissement de position d'un objet. Il suffit de considérer que le signal $A_1 - A_2$ est un signal d'erreur utilisable pour corriger la position de l'objet. Cette correction se fait dans le sens tel que le signal de différence s'annule. C'est ce qui est schématisé sur la figure 1 par la boucle en tirets 27 partant du circuit 24.

Dans le cas où l'on désire repérer le bord d'un objet rectangulaire tel que représenté sur la figure 7, les deux transducteurs sont disposés de manière à ce que leurs taches focales TF_1 , TF_2 sont écartées d'une distance L qui est précisément la largeur de l'objet à repérer. Les signaux de mesure A_1 et A_2 ont alors des allures représentées sur la figure 8 et le signal de différence $A_1 - A_2$ une allure représentée sur la figure 9, qui permet d'identifier la présence d'un objet tel que représenté en figure 7. Le passage par la valeur nulle de ce signal correspond à la situation représentée sur la figure 7 où la tache focale TF_1 quitte le bord droit de l'objet alors que la tache focale TF_2 atteint le bord gauche

de celui-ci. Le passage par zéro indique que la sonde est calée sur les bords de l'objet ou, inversement, si c'est l'objet qui se déplace devant la sonde, que cet objet est à cet instant en face de la sonde.

5 Les deux bords ne sont pas obligatoirement parallèles ; l'invention peut être utilisée pour reconnaître par exemple un rond, un pentagone,...

10 Dans la définition de l'invention qui précède, l'expression "au moins deux transducteurs" signifie qu'on peut utiliser des sondes qui comprennent plus de deux transducteurs $T_1, T_2, T_3, \dots$. Les signaux délivrés par tous ces transducteurs sont alors associés deux par deux pour former des signaux différence $A_1-A_2, A_1-A_3, A_2-A_3, \text{etc.}$, ce qui permet de repérer
15 la position d'un objet selon plusieurs directions qui sont les directions des couples de transducteurs $T_1T_2, T_1T_3, T_2T_3, \text{etc.}$, en centrant la sonde vis-à-vis de l'objet.

20 En ce qui concerne les moyens électroniques à mettre en oeuvre dans l'invention, ils sont classiques, puisqu'il s'agit essentiellement d'exciter des transducteurs ultrasonores, et d'amplifier les signaux qu'ils délivrent. L'originalité des moyens électroniques tient dans la présence d'un circuit
25 formateur de signal de différence. Ce circuit peut être constitué par un amplificateur différentiel à deux entrées, l'une inverseuse reliée à la chaîne d'amplification associée à l'un des transducteurs et l'autre non inverseuse reliée à la chaîne d'amplifi-
30 cation associée à l'autre transducteur.

REVENDICATIONS

1. Dispositif à ultrasons pour le repérage d'un objet, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 - une sonde (10) constituée d'au moins deux transducteurs ultrasonores (T_1 , T_2) émettant chacun un faisceau d'ondes ultrasonores focalisé sur une tache focale (TF_1 , TF_2), les deux taches focales des deux transducteurs étant décalées l'une par rapport à l'autre le long d'une direction (X),
- 10 - un circuit d'alimentation (20) des deux transducteurs,
- un circuit d'amplification (22) des signaux délivrés par les deux transducteurs,
- 15 - un circuit (24) apte à former un signal de différence ($A_1 - A_2$) entre les signaux amplifiés correspondant aux deux transducteurs.

2. Dispositif selon la revendication 1, permettant le repérage de la position de l'objet, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- 20 - des moyens pour modifier la position relative de la sonde par rapport à l'objet dans ladite direction (X).

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les deux transducteurs (T_1 , T_2) sont décalés l'un par rapport à l'autre dans le sens de la direction d'émission des ondes ultrasonores, les circuits d'alimentation des deux transducteurs étant réunis en un seul circuit alimentant en parallèle les deux transducteurs et les circuits d'amplification des deux transducteurs étant réunis en un seul circuit d'amplification.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les deux taches focales se recouvrent partiellement, le dispositif permettant alors le repérage de l'existence de l'objet et de la position du plan médian de l'objet.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'objet présentant deux bords distants d'un certain écartement (L), les deux taches focales sont distantes l'une de l'autre dudit écartement (L), le dispositif permettant alors le repérage de l'existence de l'objet et de la position de l'objet.

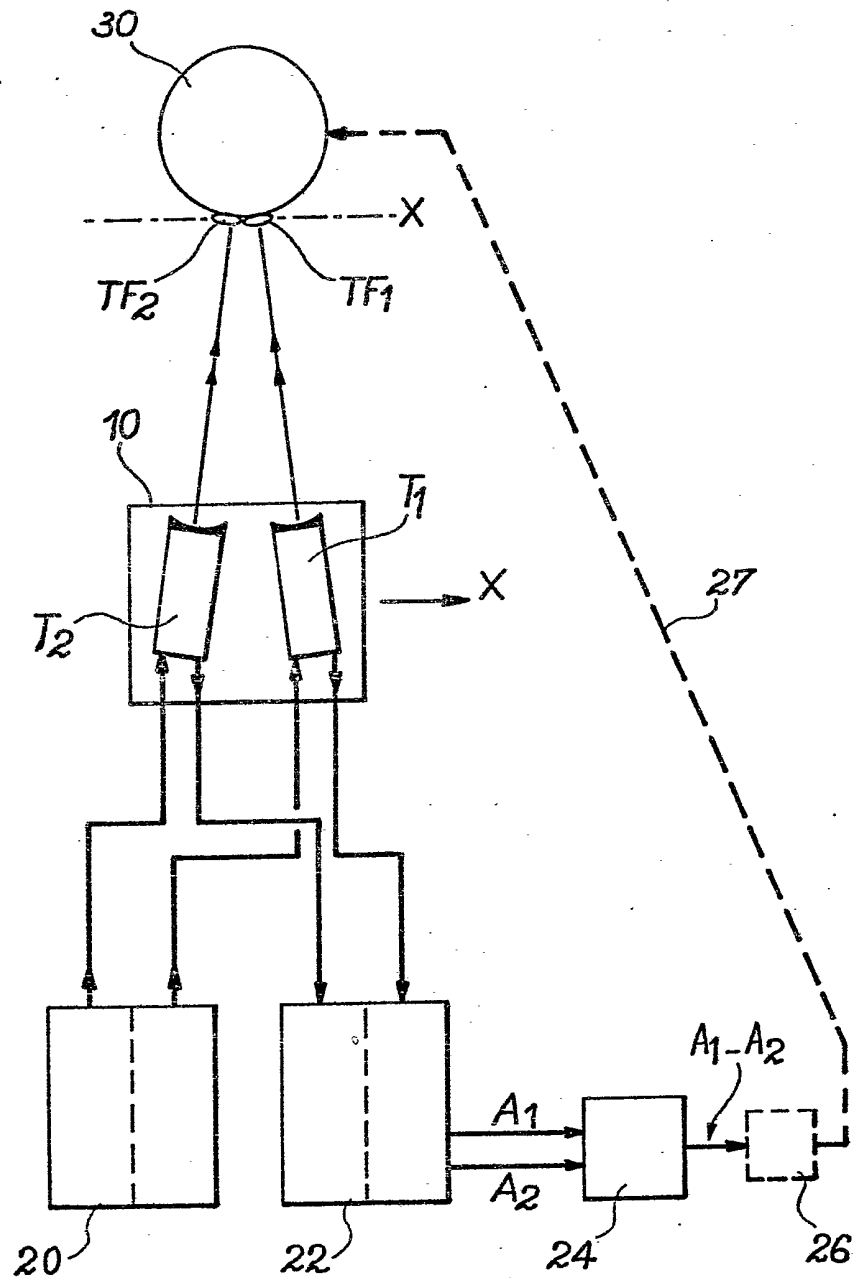


FIG. 1

2/4

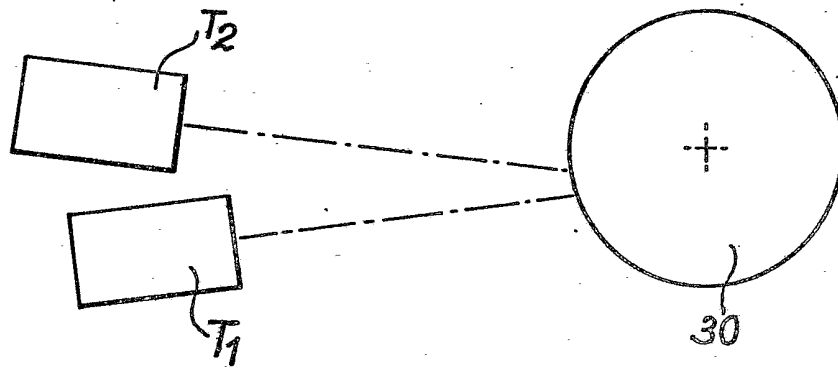


FIG. 2

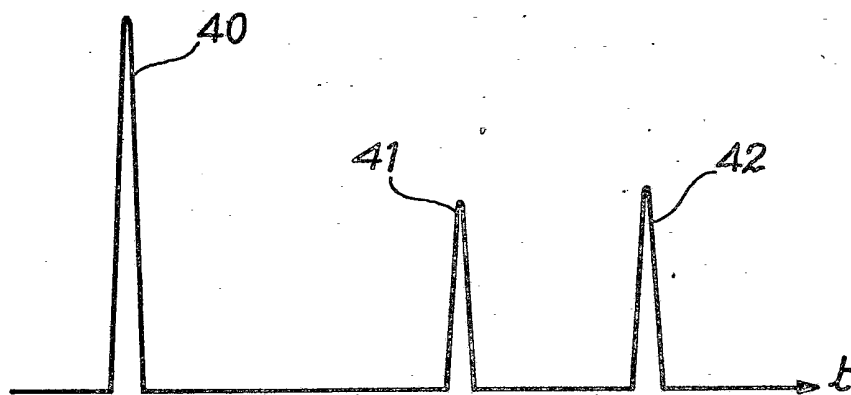


FIG. 3

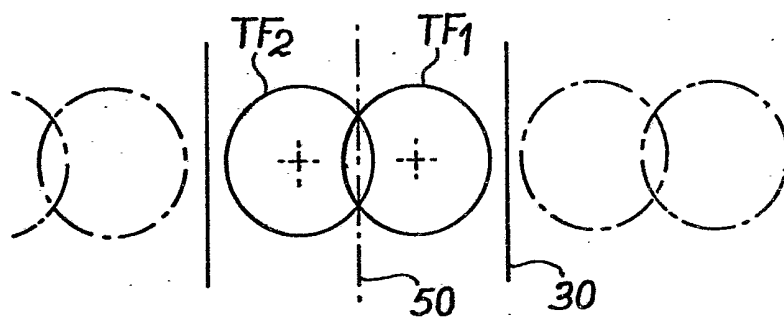


FIG. 4

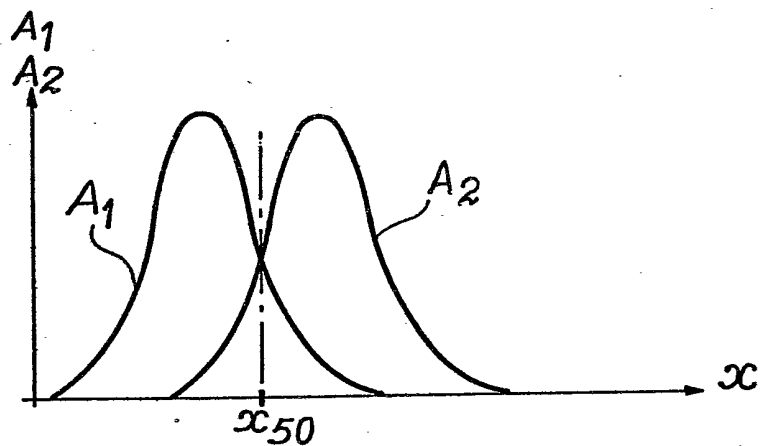


FIG. 5

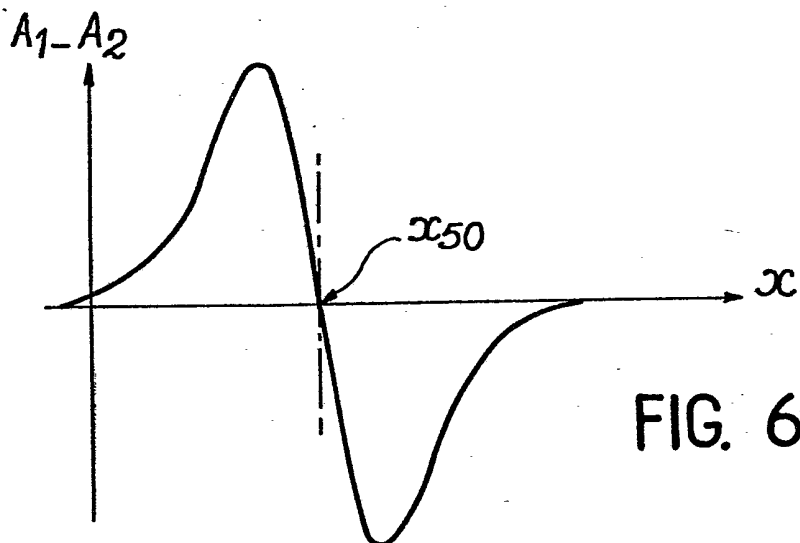


FIG. 6

4/4

FIG. 7

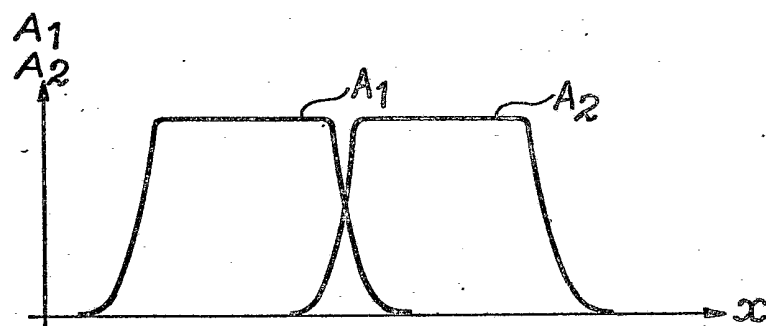
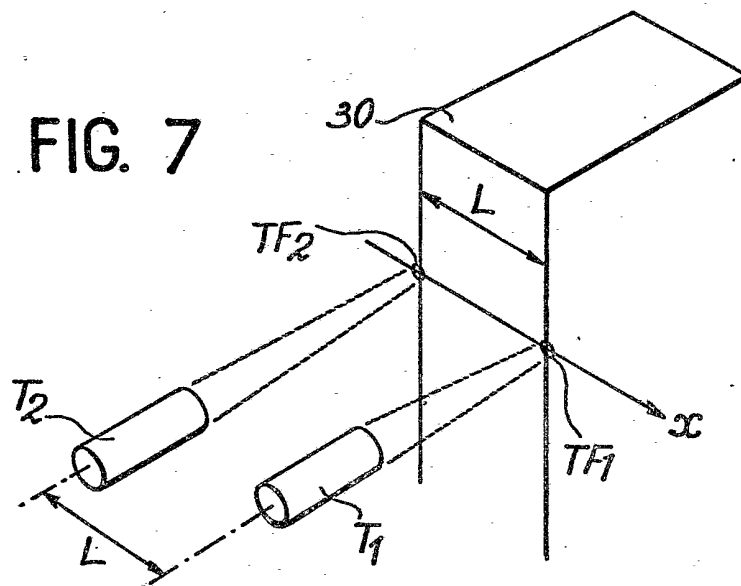


FIG. 8

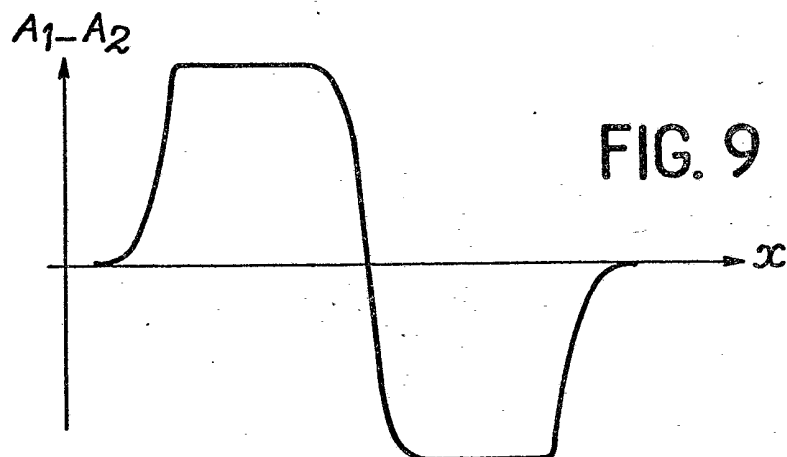


FIG. 9