(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 542 865**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 03997**

(51) Int Cl³ : G 01 B 7/14.

# (12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 15 mars 1984.

(30) **Priorité :** DE, 16 mars 1983, n° P 33 09 337.7.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 38 du 21 septembre 1984.

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

(71) **Demandeur(s) :** *Société dite : THYSSEN INDUSTRIE AG.* — DE.

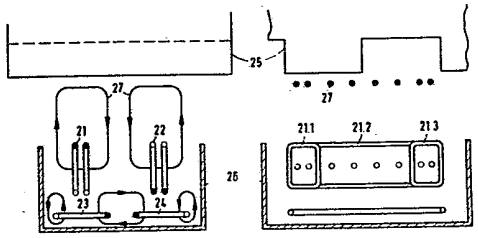
(72) **Inventeur(s) :** Jürgen Meins, Helmut Grosser et Gerhard Holzinger.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Robert Bloch.

## (54) Procédé et dispositif pour la détermination de la distance d'une sonde magnétique à un rail de réaction conducteur.

(57) L'invention porte sur un procédé et un dispositif pour la détermination de la distance entre une sonde, en particulier pour palier magnétique ou dispositif de suspension magnétique, et un rail de réaction conducteur 25, la sonde comportant au moins un capteur comportant au moins deux bobines 21, 22 couplées magnétiquement et placées en face du rail de réaction 25 qui produisent un champ magnétique alternatif 27 dont les réactions sont captées par le capteur et utilisées pour la détermination de la distance. Pour avoir un haut niveau de tension utile, une insensibilité aux champs électriques extérieurs et aux variations de potentiel et une faible influence des champs magnétiques dus aux système, on détecte les réactions sur le champ magnétique alternatif 27 des courants de Foucault induits par ce même champ 27 dans le rail de réaction 25 et on les utilise pour la détermination de la distance.




FR 2 542 865 - A1

La présente invention porte sur un procédé de détermination de la distance d'un capteur relativement à un rail de réaction conducteur, en particulier pour application aux paliers magnétiques et aux dispositifs de suspension magnétiques comme ceux utilisés pour le réglage de la position d'aimants de support et de guidage en technique de transport magnétique, utilisant un système de bobine côté capteur qui produit un champ magnétique changeant dans le temps, pour la détermination de la distance étant effectuée en utilisant les réactions de courants de Foucault induits dans le rail de réaction. L'invention porte aussi sur un dispositif destiné à la mise en oeuvre de ce procédé.

La mesure sans contact d'une distance a déjà été diversement étudiée. Un procédé connu (DE-OS 2 803 877) utilise le couplage magnétique, dépendant de la distance, de deux bobines. Un inconvénient de ce procédé est la grande sensibilité à la fréquence d'excitation des bobines et aux champs magnétiques extérieurs. Un autre inconvénient est que les champs magnétiques extérieurs influent sur la matière ferromagnétique utilisée pour construire le capteur, car ils influent ainsi aussi sur le champ de mesure (DE-OS 3 237 843). En général, les capteurs s'étendent sur plusieurs travées du rail de réaction rainuré (DE-OS 2 916 289).

L'invention a pour but d'améliorer un procédé et un dispositif du type indiqué au début de façon qu'on dispose d'un haut niveau de tension utile qui soit insensible aux champs électriques extérieurs et aux variations de potentiel, que l'influence des champs magnétiques dus au système soit faible et que les images du rail de réaction rainuré dans le signal de mesure soient très réduites.

Ce but est atteint avec le procédé du type indiqué plus haut grâce au fait que les variations de l'inductance propre de l'ensemble du système de bobines n'exercent pas d'influence sur le signal dépendant de la distance du fait que la réactance inductive du système de bobines utilisé pour produire le champ magnétique alternatif est compensée.

Ce procédé utilise l'affaiblissement, dépendant de l'entrefer, du champ magnétique alternatif par les effets de courants de Foucault du rail de réaction. Le système de bobines utilisé pour produire le champ magnétique alternatif peut être agencé de façon qu'il y ait neutralité en ce qui concerne les champs électriques. Une forme appropriée des bobines utilisées pour construire le capteur permet d'obtenir une distribution des composantes du champ magnétique avec laquelle on peut utiliser pour la mesure de la distance une grande part de champ rencontrant normalement le plan du rail de réaction. Il est apparu qu'un endommagement partiel des rainures ou des dents du rail de réaction avait très peu d'influence sur le signal de mesure.

Un dispositif destiné à la mise en oeuvre du procédé est caractérisé par le fait que les bobines du capteur sont couplées par un condensateur utilisé couplé en parallèle ou en série, ce qui permet de compenser la réactance inductive du système de bobines constitué des deux bobines.

On peut supprimer les autres variations en prévoyant un dispositif de régulation destiné à agir sur la fréquence de la tension alternative qui alimente le système de bobines. Ce dispositif de régulation peut comporter un condensateur dont l'entrée et la sortie sont appliquées à un multiplicateur, la sortie de ce multiplicateur allant à un régulateur qui commande la fréquence d'une source de tension alternative à laquelle le condensateur est connecté. On agit ainsi sur la fréquence de la tension alternative alimentant le système de bobines de façon que la réactance inductive du système de bobines du capteur soit entièrement compensée à tous les points de fonctionnement à l'aide du condensateur utilisé couplé en parallèle ou en série.

Il est avantageux pour la construction du système de bobines que les bobines du capteur, par deux, soient enroulées en sens contraire, les conducteurs des

bobines étant, dans une réalisation préférée, disposée sensiblement côte à côte et parallèlement. Par ces moyens, les champs électriques produits par chaque système de bobines se compensent quant à leur somme. Les champs électriques extérieurs ne peuvent pas avoir d'influence sur le signal de mesure.

Pour concentrer le flux magnétique sur le rail de réaction, on peut prévoir plusieurs systèmes de bobines placés les uns à côté des autres le long du rail de réaction et constitués chacun de deux bobines couplées magnétiquement.

Si chaque système de bobines est constitué de plusieurs bobines placées perpendiculairement au rail de réaction, on peut agir sur la distribution du flux magnétiquement perpendiculairement au rail de réaction.

Pour réduire ou éviter les effets sur le signal de mesure d'une variation avec la température de la résistance des bobines, on peut adjoindre à chaque système de bobines une bobine de compensation de température placée perpendiculairement à lui.

Il est aussi possible de monter une thermistance en parallèle ou en série avec le système de bobines pour maintenir indépendante de la température la qualité du système de bobines qui produit le champ de mesure.

Les systèmes de bobines peuvent sans problème être placés chacun entre deux pôles magnétiques de la sonde afin que la mesure porte seulement sur une zone d'un pas dentaire du rail de réaction. Cela évite une augmentation de l'entrefer affectif.

Le système ou les systèmes de bobines et les bobines de compensation de température éventuellement adjointes peuvent être placés dans un logement en matière conductrice ouvert du côté du rail de réaction. Ce logement, qui peut être en métal, en particulier en aluminium, a un effet d'écran tel que la distribution et la variation du champ magnétique utilisé pour la mesure dépendent uniquement de l'influence des courants de Foucault dans le rail

de réaction produits par le champ magnétique lui-même.

Un exemple de réalisation de l'invention est expliqué ci-après et représenté sur les dessins, sur lesquels :

la figure 1 est un schéma équivalent d'un capteur destiné à la détermination de la distance d'une sonde magnétique à un rail de réaction conducteur,

la figure 2 montre schématiquement la constitution d'un système de bobines formé de deux bobines couplées magnétiquement,

la figure 3 est un schéma fonctionnel du capteur de la figure 1 avec boucle de régulation associée et

la figure 4 est une coupe transversale et une coupe longitudinale schématiques d'un capteur placé au-dessous d'un rail de réaction.

Le capteur représenté sur les dessins peut servir par exemple à mesurer la distance entre les épanouissements polaires d'un chemin de fer suspendu à entraînement magnétique et le dessous du rail de réaction associé. Ce capteur comprend deux bobines 10, 11 couplées magnétiquement auxquelles sont adjoints des condensateurs 12, 13 montés chacun en parallèle avec l'une d'elles. Ces bobines 10, 11 sont alimentées par une source de tension alternative 15 par l'intermédiaire d'un autre condensateur 14. Les tensions appliquées à ce condensateur 14 sont envoyées à un multiplicateur 16 dont le signal de sortie contient une partie tension continue dont l'amplitude et le signe dépendent de la grandeur de la réactance inductive ou capacitive du dispositif. La partie tension continue du multiplicateur 16 est envoyé à un régulateur 17 qui traite ce signal et l'envoie à la source de tension alternative 15 pour produire un changement de fréquence de la tension d'alimentation du système de bobines 10, 11 de façon à annuler la réactance effective du dispositif constitué des éléments 10, 11, 12, 13.

Comme mesure de l'information de distance

cherchée, on utilise la grandeur de la tension aux bornes de la bobine 10. Cette tension varie sous l'influence des champs de courants de Foucault produits dans le rail de réaction situé en face par le champ magnétique alternatif produit par les bobines 10, 11. Le rail de réaction est indiqué sur la figure 3 par une ligne en trait interrompu. La tension de la bobine 10 forme le signal de mesure cherché après redressement, par un interrupteur synchrone 18 suivi d'un filtre 19, 20, en une tension continue appliquée au condensateur 20.

La figure 2 montre schématiquement la forme d'un système de bobines 6, 7. Les bobines 6, 7 sont enroulées en sens contraires, leurs conducteurs étant disposés sensiblement côte à côte et parallèlement. Le système constitué des deux bobines 6, 7 est ainsi insensible aux champs électriques extérieurs. Un condensateur 8 est monté en parallèle avec la bobine 6 et un condensateur 9 monté en parallèle avec la bobine 7 de la manière représentée. Si ce dispositif est alimenté avec un champ électrique alternatif, une tension y est induite, les potentiels électriques des deux bobines 6, 7 étant de signes différents. Les distributions du champ électrique produites par chaque bobine 6, 7 se compensent, de sorte que les tensions couplées capacitivement produites par un champ électrique extérieur n'ont pas d'influence sur les grandeurs électriques du système de bobines constitué des deux bobines 6,7.

La réalisation pratique représentée sur la figure 4 comporte deux systèmes de bobines 21, 22 constitués chacun d'un dispositif comme celui de la figure 2. Si ces deux systèmes de bobines 21, 22 sont alimentés avec les sens de courant indiqués, le champ magnétique existant entre eux augmente. L'étendue dans l'espace du champ magnétique augmente de façon telle que celui-ci embrasse un rail de réaction 25, représenté rainuré, même si celui-ci est assez éloigné. Dans le paquet statorique du rail de réaction 25 sont alors créés des courants de Foucault qui influent à leur tour sur le champ magnétique en fonction de la distance.

Pour réduire ou compenser l'effet sur le signal de mesure d'une variation avec la température de la résistance des bobines, sur le côté des systèmes de bobines 21, 22 opposé au rail de réaction 25, sont placées, perpendiculairement à ces systèmes de bobines 21, 22, des bobines de compensation de température 23 et 24. Ces bobines 23, 24 ne sont pas ainsi soumises à l'influence magnétique du rail de réaction.

Les systèmes de bobines 21, 22 et les bobines de compensation de température associées 23, 24 sont placés dans un logement 26 ouvert du côté du rail de réaction 25. Ce logement est en aluminium et, par son effet d'écran, fait que la distribution du champ magnétique produit par les systèmes de bobines 21, 22 est influencée uniquement par le rail de réaction 25 et est indépendante d'autres influences.

On voit dans la partie droite de la figure 4 que les systèmes de bobines 21, 22 peuvent aussi être constitués de plusieurs bobines 21.1, 21.2, 21.3 placées les unes derrière les autres perpendiculairement au rail de réaction 25. Cela permet d'agir sur la distribution du champ magnétique 27 de façon telle que lors de la mesure de la distance au rail de réaction rainuré 25, l'influence du rainurage sur le signal de mesure puisse être réduite au minimum. De préférence, à cet égard, les systèmes de bobines 21, 22, avec les bobines de compensation de température associées 23 et 24 et le logement 26, sont placés entre deux pôles magnétiques de la sonde non représentée en détail.

Le schéma équivalent de la figure 1 contient un système de bobines 1 dont la réactance inductive est compensée par un condensateur 2 monté en parallèle. Sont en outre montées en parallèle avec le système de bobines 1 une thermistance 3 correspondant aux pertes des bobines, une résistance 4 dépendant de la distance et correspondant aux pertes par courants de Foucault induits dans le rail de réaction et une autre résistance 5 qui, avec un coefficient de température opposé adapté à la résistance 3, assure l'indépendance du dispositif de la température.

Revendications

1.- Procédé de détermination de la distance d'un capteur relativement à un rail de réaction conducteur, en particulier pour application aux paliers magnétiques et aux dispositifs de suspension magnétiques comme ceux utilisés pour le réglage de la position d'aimants de support et de guidage en technique de transport magnétique, utilisant un système de bobines côté capteur qui produit un champ magnétique changeant dans le temps, la détermination de la distance étant effectuée en utilisant les réactions de courants de Foucault induits dans le rail de réaction, caractérisé par le fait que les variations de l'inductance propre de l'ensemble du système de bobines n'exercent pas d'influence sur le signal dépendant de la distance grâce au fait que la réactance inductive du système de bobines utilisé pour produire le champ magnétique alternatif est compensée.

2.- Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les bobines (1; 6, 7; 10, 11; 21, 22) du capteur sont couplées par un condensateur (2; 8, 9; 12, 13) utilisé couplé en parallèle ou en série.

3.- Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par un dispositif de régulation (14, 15, 16, 17) destiné à agir sur la fréquence de la tension alternative qui alimente le système de bobines (10, 11, 12, 13).

4.- Dispositif selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé par le fait que le dispositif de régulation comporte un condensateur (14) dont l'entrée et la sortie sont appliquées à un multiplicateur (16), et que la sortie de ce multiplicateur (16) va à un régulateur (17) qui commande la fréquence d'une source de tension alternative (15) à laquelle le condensateur (14) est connecté.

5.- Dispositif selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait que les bobines (6, 7; 10, 11) du capteur, par deux, enroulées en sens contraires,

sont connectées de façon que les champs électriques produits par chaque système de bobines se compensent quant à leur somme.

6.- Dispositif selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé par le fait que les conducteurs des bobines (6, 7) sont disposés en principe côte à côte et parallèlement.

7.- Dispositif selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé par plusieurs systèmes de bobines (21, 22) placés les uns à côté des autres le long du rail de réaction (25) et constitués chacun de deux bobines (6, 7; 10, 11) couplées magnétiquement.

8.- Dispositif selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisé par le fait que chaque système de bobines (21, 22) est constitué de plusieurs bobines (21.1, 21.2, 21.3) placées perpendiculairement au rail de réaction (25).

9.- Dispositif selon l'une des revendications 2 à 8, caractérisé par le fait qu'à chaque système de bobines (21, 22) est adjointe une bobine de compensation de température (23, 24) placée perpendiculairement à lui, fonctionnant de la même manière et dont le signal de sortie est utilisé pour compenser l'influence de la température.

10.- Dispositif selon l'une des revendications 2 à 8, caractérisé par le fait que pour la compensation de l'influence de la température, à chaque système de bobines (21, 22) est adjointe, en parallèle ou en série, une résistance ayant un coefficient de température opposé à la résistance des bobines.

11.- Dispositif selon l'une des revendications 2 à 10, caractérisé par le fait que les systèmes de bobines (21, 22) sont placés chacun entre deux pôles de l'aimant de support ou de guidage dont il s'agit de stabiliser la position.

12.- Dispositif selon l'une des revendications 2 à 11, caractérisé par le fait que les systèmes de

bobines (21, 22) sont placés dans un logement (26) en matière conductrice ouvert du côté du rail de réaction.

13.- Dispositif selon la revendication 12, caractérisé par le fait que le logement (26) est en métal, en particulier en aluminium.

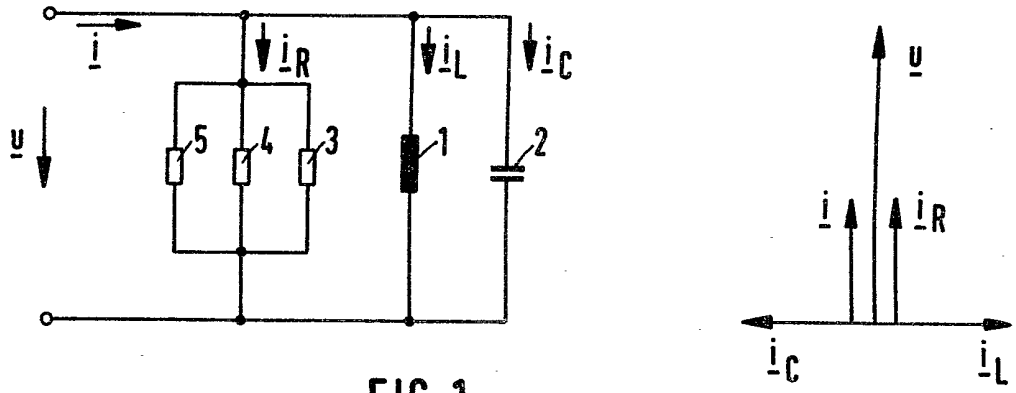



FIG. 1

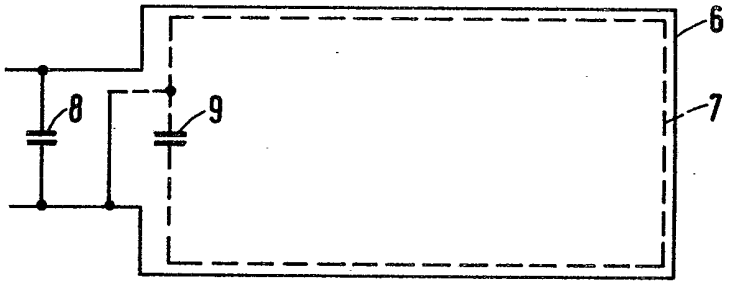



FIG. 2

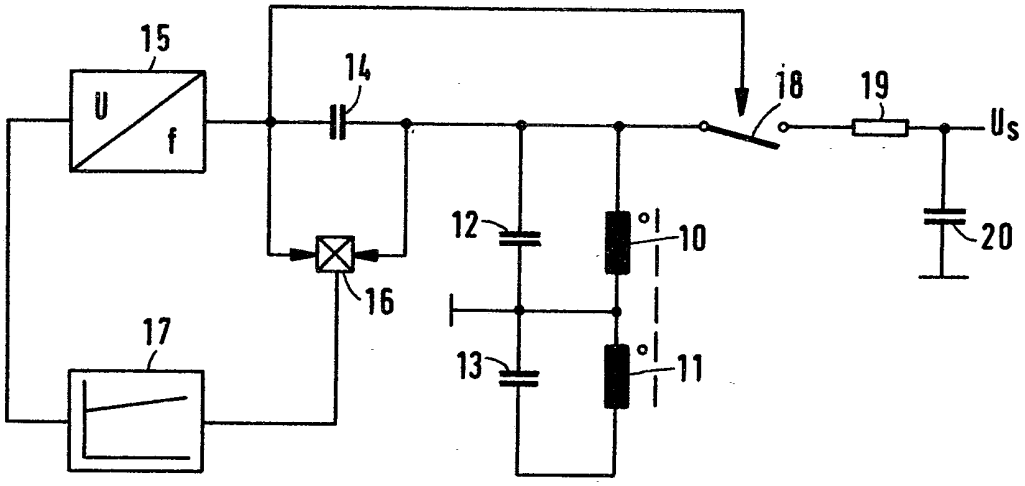



FIG. 3

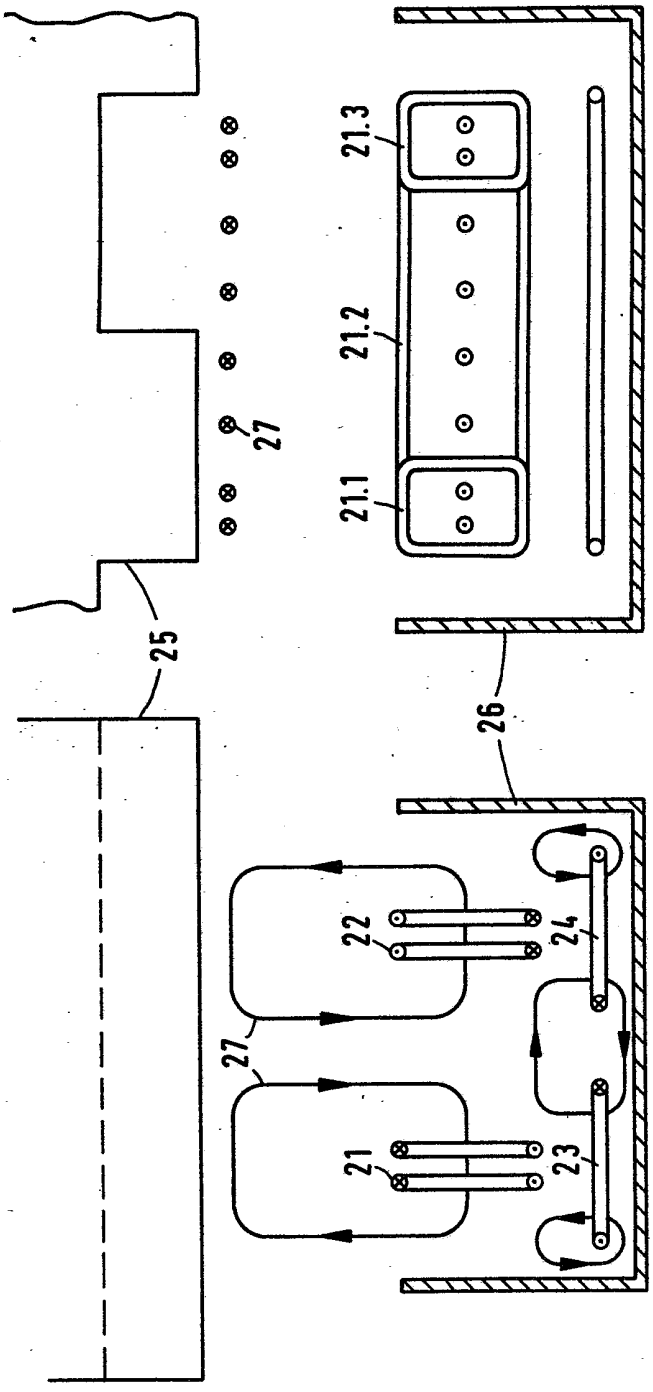



FIG. 4