

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



PCT



(43) Date de la publication internationale
22 juin 2006 (22.06.2006)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/064169 A2

(51) Classification internationale des brevets : **Non classée**

(FR). **BLANCHIN, Olivier** [FR/FR]; 10, avenue du
Rhone, F-74000 Annecy (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2005/051111

(74) Mandataire : **BREESE DERAMBURE MAJEROW-
ICZ**; 38, avenue de l'Opéra, F-75002 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international :

19 décembre 2005 (19.12.2005)

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

0453053 17 décembre 2004 (17.12.2004) FR

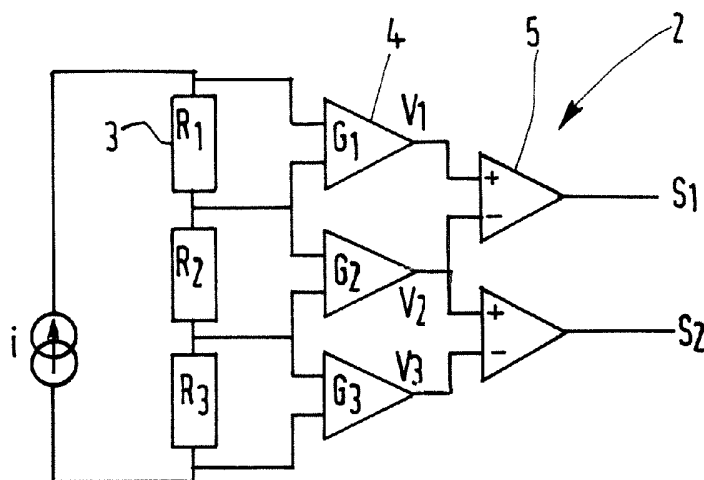
(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **S.N.R.
ROULEMENTS** [FR/FR]; 1, rue des Usines, F-74000 An-
necy (FR).

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: CURRENT-LOOP POSITION SENSOR AND ANTIFRICTION BEARING EQUIPPED WITH SAME

(54) Titre : CAPTEUR DE POSITION A BOUCLE DE COURANT ET ROULEMENT EQUIPE D'UN TEL CAPTEUR



(57) Abstract: The invention concerns a system for determining the position of a mobile element relative to a stationary structure, said system comprising an encoder configured to emit a pseudo-sinusoidal spatial signal representing the position of the encoder, a sensor (2) comprising a current-loop mount between at least two resistive elements (3) and a signal processing device V_i configured to supply two quadrature signals respectively SIN and COS of same amplitude. The invention also concerns an antifriction bearing equipped with such a system for determining the angular position of the rotating ring relative to the stationary ring.

[Suite sur la page suivante]

WO 2006/064169 A2



FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport*

(57) Abrégé : L'invention concerne un système de détermination de la position d'un élément mobile par rapport à une structure fixe, ledit système comprenant un codeur agencé pour émettre un signal spatial pseudo sinusoïdal qui est représentatif de la position du codeur, un capteur (2) comprenant un montage en boucle de courant entre au moins deux éléments résistifs (3) et un dispositif de traitement des signaux V_i qui est agencé pour fournir deux signaux respectivement SIN et COS en quadrature et de même amplitude. L'invention concerne également un roulement équipé d'un tel système pour la détermination de la position angulaire de la bague tournante par rapport à la bague fixe.

Capteur de position à boucle de courant et roulement équipé d'un tel capteur

L'invention concerne un système de détermination de la position d'un élément mobile par rapport à une structure fixe, ainsi qu'un roulement équipé d'un tel système pour la détermination de la position angulaire de la bague tournante par rapport à la bague fixe.

Dans de nombreuses applications, l'on souhaite connaître en temps réel et avec une qualité constante la position d'un élément mobile par rapport à une structure fixe. En particulier, cette connaissance peut être utilisée pour déterminer en outre la vitesse, l'accélération ou le sens de déplacement de l'élément.

On connaît par le brevet US5047716 le principe général de capteur de mouvement comprenant un support présentant un encodage magnétique rotatif ou linéaire. Dans cette solution de l'art antérieur, le support encodé présente une fréquence spatiale λ . Il interagit avec une série de capteurs magnétorésistifs espacés de $(n-1/2) \lambda$ délivrant des signaux en opposition de phase. Ce détecteur nécessite un nombre important de capteurs. Elle concerne par ailleurs un domaine d'application général, et non pas l'intégration dans un roulement de roue d'un véhicule automobile.

L'invention trouve typiquement son application dans la détermination d'au moins un paramètre de déplacement d'un véhicule automobile dont au moins un roulement de roue comprend un système de détermination, ledit paramètre pouvant être utilisé dans des systèmes de contrôle de la dynamique du véhicule comme par exemple l'ABS ou l'ESP.

Il est connu, notamment du document FR-A-2 792 403, d'utiliser un codeur destiné à être solidaire d'un élément mobile et un capteur fixe comprenant des éléments sensibles qui sont disposés à distance de lecture du codeur. Les éléments sensibles sont agencés de sorte à délivrer des signaux en quadrature sensiblement parfaite, à partir desquels la position relative du codeur par

rapport au capteur ainsi que des paramètres de déplacement dudit codeur peuvent être calculés.

5 Ce type de système de détermination donne parfaitement satisfaction lorsque des éléments sensibles à effet Hall sont disposés à distance d'entrefer d'un codeur magnétique multipolaire.

10 Toutefois, notamment pour des éléments sensibles de type résistifs, il existe encore un besoin pour un conditionnement qui permette de déterminer de façon fiable et précise la position d'un élément mobile. En particulier, un tel conditionnement doit permettre d'effectuer dans le domaine analogique :

- l'amplification, afin de donner au signal un niveau suffisant pour le reste de la chaîne de traitement ;
- la correction de l'offset, afin de lui enlever une composante continue non
15 souhaitée ;
- la suppression de bruits, par exemple de bruit de mode commun ou de bruit haute fréquence ;
- la correction des phénomènes de dérive, par exemple en température ;
- le filtrage, par exemple pour éviter les repliements de spectre.

20

Pour ce faire, il est connu d'utiliser un montage en pont de Wheatstone qui nécessite d'utiliser des résistances parfaitement ajustées pour annuler l'offset du pont, de positionner précisément ces résistances par rapport au signal émis par le codeur, et de ne pas introduire de bruits de mesure supplémentaires.

25

L'ensemble de ces contraintes étant difficilement rempli de façon industrielle, l'utilisation de ce type de montage conduit à des précisions de détermination qui ne sont pas toujours satisfaisantes.

30

En outre, dans le cas particulier de la détection d'un signal spatial pseudo sinusoïdal avec des éléments résistifs de type magnétorésistif, notamment à effet tunnel, l'ensemble des contraintes des ponts de Wheatstone est encore plus difficile à remplir. En particulier, du fait de la structure de tels éléments

résistifs qui comprennent la superposition de couches nanométriques, il est très difficile de fixer précisément la valeur de la résistance sous excitation nulle.

5 L'invention vise notamment à résoudre les problèmes mentionnés ci-dessus en proposant un système de détermination prévoyant un conditionnement des éléments résistifs, notamment de type magnétorésistif, qui est adapté pour une détermination fiable et modulable de la position de l'élément mobile.

10 En particulier, le système de détermination selon l'invention permet un échantillonnage spatial d'un signal pseudo sinusoïdal émis par le codeur et un traitement des signaux qui permette une détermination précise de façon particulièrement tolérante vis-à-vis des contraintes tant au niveau des éventuels défauts des signaux issus des éléments résistifs que du positionnement desdits éléments par rapport au signal pseudo sinusoïdal émis.

15

A cet effet, et selon un premier aspect, l'invention propose un système de détermination de la position d'un élément mobile par rapport à une structure fixe, ledit système comprenant :

- 20 - un codeur destiné à être solidaire de l'élément mobile de sorte à se déplacer conjointement à lui, ledit codeur étant agencé pour émettre un signal spatial pseudo sinusoïdal qui est représentatif de la position du codeur ;
- un capteur destiné à être solidaire de la structure fixe, ledit capteur comprenant :
 - 25 - au moins deux éléments résistifs aptes à délivrer chacun un signal V_i fonction du signal pseudo sinusoïdal émis, lesdits éléments résistifs étant disposés à distance de lecture du signal pseudo sinusoïdal émis par le codeur ;
 - un montage en boucle de courant entre les éléments résistifs ;
 - un dispositif de traitement des signaux V_i qui est agencé pour fournir, 30 en fonction des signaux V_i , deux signaux respectivement SIN et COS en quadrature et de même amplitude ;
- un dispositif de calcul de la position de l'élément, ledit dispositif comprenant des moyens de calcul de la position du codeur à partir des signaux SIN et

COS de sorte à en déduire la position de l'élément à partir de la position calculée du codeur.

5 Selon un deuxième aspect, l'invention propose un roulement comprenant un bague fixe et une bague tournante par rapport à ladite bague fixe au moyen de corps roulants, ledit roulement étant équipé d'un tel système pour la détermination de la position angulaire de la bague tournante par rapport à la bague fixe, dans lequel le codeur est solidarisé à la bague tournante et le capteur est solidaire de la bague fixe.

10

D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui suit, faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

15

- la figure 1 est une représentation fonctionnelle d'un premier mode de réalisation d'un capteur d'un système de détermination selon l'invention ;

20

- la figure 2 est une représentation d'un positionnement de deux éléments résistifs par rapport à un signal spatial approximable localement à une portion de sinusoïde, de sorte à obtenir un déphasage de $\pi/2$ entre les signaux issus des éléments résistifs ;

25

- la figure 3 est une représentation fonctionnelle d'une variante du capteur selon la figure 1 ;

- la figure 4 est une représentation fonctionnelle d'un deuxième mode de réalisation d'un capteur d'un système de détermination selon l'invention ;

30

- la figure 5 est une représentation analogue à la figure 2 pour le positionnement de trois éléments résistifs ;

- les figures 6a et 6b sont des représentations analogues à la figure 2 pour le positionnement de quatre éléments résistifs ; sur la figure 6a le signal spatial

est approximable localement à une portion de sinusoïde et sur la figure 6b le signal spatial est sinusoïdal ;

- les figures 7 et 8 sont des représentations fonctionnelles d'un troisième mode de réalisation d'un capteur d'un système de détermination selon l'invention ; la figure 9 est une variante de la représentation de la figure 8 ;
- la figure 10 est une représentation schématique en coupe longitudinale d'un roulement équipé d'un système de détermination selon l'invention.

10

L'invention concerne un système de détermination de la position d'un élément mobile par rapport à une structure fixe qui comprend :

- un codeur 1 destiné à être solidaire de l'élément mobile de sorte à se déplacer conjointement à lui, ledit codeur étant agencé pour émettre un signal spatial pseudo sinusoïdal qui est représentatif de la position du codeur 1 ; et
- un capteur 2 destiné à être solidaire de la structure fixe, ledit capteur comprenant au moins deux éléments résistifs 3 aptes à délivrer chacun un signal V_i fonction du signal pseudo sinusoïdal émis par le codeur 1.

20

Dans le cadre de l'invention, un grand nombre d'ensemble codeur 1 / éléments résistifs 3 peut être utilisé parmi lesquels on peut citer les codeurs électriques, magnétiques, optiques, thermiques ou acoustiques, et les éléments résistifs à base d'éléments qui sont aptes à présenter une impédance qui varie en fonction de chacun des types de signaux émis par ces codeurs. Dans un exemple particulier, le codeur 1 est de type magnétique et comprend une succession alternée de pôles magnétiques Nord et Sud de sorte à émettre un signal pseudo sinusoïdal magnétique, et les éléments résistifs 3 sont de type magnétorésistif, notamment magnétorésistance, magnétorésistance géante ou magnétorésistance à effet tunnel.

30

Dans le cadre de l'invention, on entend par signal pseudo sinusoïdal tout signal qui est sinusoïdal par nature ou dont au moins une portion peut être approximée correctement par une sinusoïde.

5 Dans un exemple de mise en œuvre de l'invention, les éléments résistifs 3 sont du type décrit dans le document FR-A-2 852 400, c'est-à-dire comprenant un empilement d'un élément de référence, d'un élément de séparation et d'un élément sensible au champ magnétique. L'élément de référence et l'élément sensible présentent respectivement une première et une deuxième anisotropies
10 magnétiques suivant une première et une deuxième directions. L'élément sensible comprend la superposition d'une couche d'un matériau ferromagnétique et d'une couche d'un matériau antiferromagnétique qui est agencée pour obtenir un moment magnétique dont la composante orientée dans la direction du champ à mesurer varie réversiblement en fonction de
15 l'intensité du champ magnétique à mesurer, et linéairement dans une gamme de champ ajustable.

A titre d'exemple, un tel élément sensible 3 magnétorésistif à effet tunnel est formé par l'empilement :

20 Verre / Ta (5 nm) / Co (10 nm) / IrMn (10 nm) / Co (10 nm) / AlOx / Co (2 nm) / Co₈₀Pt₂₀ (5 nm) / Pt (4nm). Le verre constitue le substrat et la bicouche Ta/Co est la couche tampon. L'élément sensible est composé de la bicouche IrMn (10 nm) / Co (10 nm). L'élément de référence Co (2 nm) / Co₈₀Pt₂₀ (5 nm) est constitué de cobalt additionné de platine pour augmenter le champ coercitif. La
25 couche Pt (4nm) est une couche de protection.

En disposant les éléments résistifs 3 à distance de lecture du signal pseudo sinusoïdal émis par le codeur 1, l'invention permet de déterminer la position d'un élément mobile en translation ou en rotation par rapport à la structure fixe,
30 le déplacement pouvant être périodique en fonction du temps ou encore discret. En outre, on peut prévoir de déterminer la distance séparant les éléments résistifs 3 du codeur 1 au moyen d'un système de détermination selon l'invention.

Le capteur 2 du système de détermination comprend un montage en boucle de courant entre les éléments résistifs 3 et un dispositif de traitement des signaux V_i qui est agencé pour fournir, en fonction des signaux V_i , deux signaux respectivement SIN et COS en quadrature et de même amplitude, ladite amplitude étant proportionnelle à l'amplitude du signal émis par le codeur 1.

Le capteur 2 peut être prévu en une partie, c'est-à-dire comprenant un support sur lequel les éléments résistifs 3 et le conditionnement (source de courant et dispositif de traitement) ainsi qu'éventuellement le dispositif de calcul 7 sont disposés.

En variante, le capteur 2 peut comprendre deux parties, une première portant les éléments résistifs 3 à distance de lecture du codeur 1 et une deuxième partie comprenant le conditionnement ainsi qu'éventuellement le dispositif de calcul 7, les deux parties étant reliées entre elles par des fils de connexion en nombre au moins égal au nombre d'éléments résistifs plus un. Cette dernière réalisation présente notamment l'avantage de pouvoir disposer le conditionnement à distance du codeur 1 et donc de l'élément mobile, de sorte à éviter les perturbations comme une température élevée, des variations de température ou de l'humidité qui sont potentiellement gênantes pour le bon fonctionnement du conditionnement, en particulier des amplificateurs différentiels.

Les éléments résistifs 3 montés en série dans la boucle de courant sont placés le long du signal pseudo sinusoïdal et espacés régulièrement (figures 2, 5, 6).

En relation avec les figures 1 à 9, on décrit trois modes de réalisation du montage en boucle de courant et du dispositif de traitement, les éléments résistifs 3 étant à base d'éléments résistifs. En particulier, chaque élément sensible 3 peut comprendre soit un bloc de plusieurs éléments résistifs unitaires qui sont combinés pour obtenir une valeur de résistance moyennée qui est

représentative de la valeur de la résistance au niveau de la position du bloc, soit un seul élément résistif.

5 Dans le montage en boucle de courant, les signaux de variation des résistances sont égaux à :

$[R_{0i} + \Delta R_i \sin(\theta + (i-1)\varphi)]i_c$, R_{0i} étant la valeur au repos de la résistance R_i , φ le déphasage spatial entre les éléments résistifs 1, i_c l'intensité du courant dans la boucle.

10 Dans le cas statique, l'angle θ est l'angle de la sinusoïde. Dans le cas d'une déformation dynamique, l'angle θ est égal par exemple à ωt , avec $\omega = 2\pi/T$ (T étant la période temporelle de la sinusoïde).

15 Le dispositif de traitement comprend un premier étage d'amplificateurs différentiels 4, chacun desdits amplificateurs étant respectivement branché aux bornes d'un élément sensible 3 de sorte à délivrer un signal $V_i = G_i [R_{0i} + \Delta R_i \sin(\theta + (i-1)\varphi)]i_c$, où G_i est le gain dudit amplificateur différentiel.

20 Le dispositif de traitement peut comprendre en outre un étage de filtrage des signaux non représenté.

25 Selon le premier mode de réalisation (figures 1 et 3), le capteur 2 comprend deux éléments résistifs 3, le montage en boucle de courant comprenant en outre un élément résistif de référence dont la valeur R_{ref} est fixe en fonction des signaux émis par le codeur 1. Le signal V_{ref} aux bornes de l'élément de référence est alors égal à $G_{ref} R_{ref} i_c$.

30 Le dispositif de traitement comprend en outre un deuxième étage d'amplificateurs différentiels 5 qui est agencé pour soustraire le signal V_{ref} aux signaux V_i , c'est-à-dire former les signaux :

$$S_1 = [(G_1 R_{01} - G_{ref} R_{ref}) + G_1 \Delta R_1 \sin \theta] i_c ;$$

$$S_2 = [(G_2 R_{02} - G_{\text{ref}} R_{\text{ref}}) + G_2 \Delta R_2 \sin(\theta + \varphi)] i_c.$$

Si on choisit G_1 , G_2 et G_{ref} tels que $G_1 R_{01} = G_2 R_{02} = G_{\text{ref}} R_{\text{ref}}$, nous avons les signaux suivants :

5 $S_1 = [G_1 \Delta R_1 \sin \theta] i_c ;$

$$S_2 = [G_2 \Delta R_2 \sin(\theta + \varphi)] i_c.$$

qui sont centrés sur zéro par la soustraction du signal de référence $G_{\text{ref}} R_{\text{ref}} i_c$.

10 Par ailleurs, les éléments résistifs 3 peuvent être conçus de sorte à avoir la même sensibilité, c'est à dire $G_1 \Delta R_1 = G_2 \Delta R_2 = G \Delta R$. Ainsi, les signaux s'écrivent :

$$S_1 = [G \Delta R \sin \theta] i_c ;$$

$$S_2 = [G \Delta R \sin(\theta + \varphi)] i_c.$$

15 Dans le cas particulier où les éléments résistifs sont disposés de sorte que $\varphi = \pi/2$, c'est-à-dire la distance entre les éléments résistifs 3 est égale à $\lambda/4$ (λ étant la période de la sinusoïde, voir figure 2), les signaux s'écrivent :

$$S_1 = [G \Delta R \sin \theta] i_c ;$$

$$S_2 = [G \Delta R \cos \theta] i_c.$$

20

Par conséquent, dans ce cas particulier, le système de détermination représenté sur la figure 1 permet d'obtenir directement des signaux $\text{COS} = S_2$ et $\text{SIN} = S_1$ qui sont en quadrature et de même amplitude.

25 En relation avec la figure 3, on décrit un dispositif de traitement qui permet d'obtenir des signaux SIN et COS quelle que soit la valeur du déphasage spatial φ entre les éléments résistifs 3.

30 Pour ce faire, le dispositif de traitement comprend un troisième étage à deux amplificateurs différentiels 6 de sorte à délivrer les signaux $S_1 - S_2$ et $S_1 + S_2$.

En effet, ces expressions s'écrivent :

$$S_1 - S_2 = [-2G\Delta R \sin(\frac{\varphi}{2}) \times \cos(\theta + \frac{\varphi}{2})]i_c ; \text{ et}$$

$$S_1 + S_2 = [2G\Delta R \cos(\frac{\varphi}{2}) \times \sin(\theta + \frac{\varphi}{2})]i_c .$$

Nous avons donc $S_1 + S_2 = \text{SIN}$ et $S_1 - S_2 = \text{COS}$.

5

Notons que dans le cas où φ est différent de $\pi/2$, l'amplitude des signaux ($S_1 - S_2$) et ($S_1 + S_2$) est différente. Pour égaliser ces amplitudes, on peut prévoir qu'au moins un amplificateur différentiel 6 du troisième étage présente un gain ajustable. En particulier, le gain de l'amplificateur formant le signal COS peut

10 être ajusté à $\cos(\frac{\varphi}{2})/\sin(\frac{\varphi}{2})$.

Selon le deuxième mode de réalisation (figure 4), le capteur comprend trois éléments résistifs 3 et les trois amplificateurs différentiels du premier étage 4 présentent un gain réglable G_i .

15

En sortie du premier étage d'amplificateurs différentiels 4, on obtient donc les signaux :

$$V_1 = G_1 \times (R_{01} + \Delta R_1 \sin \theta) i_c$$

$$V_2 = G_2 \times (R_{02} + \Delta R_2 \sin(\theta + \varphi)) i_c$$

$$V_3 = G_3 \times (R_{03} + \Delta R_3 \sin(\theta + 2\varphi)) i_c$$

20 Selon la réalisation représentée sur la figure 4, le deuxième étage est agencé pour former les signaux :

$$S_1 = V_1 - V_2 = [(G_1 R_{01} - G_2 R_{02}) + G_1 \Delta R_1 \sin \theta - G_2 \Delta R_2 \sin(\theta + \varphi)] \times i_c \quad \textbf{(1)}$$

$$S_2 = V_2 - V_3 = [(G_2 R_{02} - G_3 R_{03}) + G_2 \Delta R_2 \sin(\theta + \varphi) - G_3 \Delta R_3 \sin(\theta + 2\varphi)] \times i_c \quad \textbf{(2)}$$

25 En ajustant les gains G_i de sorte que : $G_1 R_{01} = G_2 R_{02} = G_3 R_{03}$, et en supposant que les capteurs ont la même sensibilité, c'est à dire que $G_1 \Delta R_1 = G_2 \Delta R_2 = G_3 \Delta R_3 = G \Delta R$, les différences (1) et (2) deviennent :

$$S_1 = [G \Delta R [\sin \theta - \sin(\theta + \varphi)]] \times i_c \quad \textbf{(3)}$$

$$S_2 = [G\Delta R[\sin(\theta + \varphi) - \sin(\theta + 2\varphi)]] \times i_c \quad (4)$$

Dans le cas particulier où les éléments résistifs 3 sont disposés à distance du signal pseudo sinusoïdal de sorte que $\varphi = \pi/2$, c'est-à-dire le long de la période spatiale et équidistants de $\lambda/4$ (voir figure 5), les différences (3) et (4) s'écrivent :

$$S_1 = [\sqrt{2}G\Delta R \cos(\theta + \pi/4)] \times i_c$$

$$S_2 = [\sqrt{2}G\Delta R \sin(\theta + \pi/4)] \times i_c$$

Par conséquent, dans ce cas particulier, le capteur 2 représenté sur la figure 4 permet d'obtenir directement des signaux $\text{COS} = S_1$ et $\text{SIN} = S_2$ en quadrature et de même amplitude.

Selon le troisième mode de réalisation (figures 7 à 9), le capteur comprend quatre éléments résistifs 3 et les quatre amplificateurs différentiels du premier étage 4 présentent un gain réglable G_i .

En sortie du premier étage d'amplificateurs différentiels 4, on obtient donc les signaux :

$$V_1 = G_1 \times (R_{01} + \Delta R_1 \sin \theta) i_c$$

$$V_2 = G_2 \times (R_{02} + \Delta R_2 \sin(\theta + \varphi)) i_c$$

$$V_3 = G_3 \times (R_{03} + \Delta R_3 \sin(\theta + 2\varphi)) i_c$$

$$V_4 = G_4 \times (R_{04} + \Delta R_4 \sin(\theta + 3\varphi)) i_c$$

Le dispositif de traitement comprend en outre un deuxième étage d'amplificateurs différentiels 5 agencés pour soustraire des signaux issus du premier étage d'amplificateurs différentiels 4.

Selon la réalisation représentée sur la figure 7, le deuxième étage est agencé pour former les signaux :

$$S_1 = V_1 - V_2 = [(G_1 R_{01} - G_2 R_{02}) + G_1 \Delta R_1 \sin \theta - G_2 \Delta R_2 \sin(\theta + \varphi)] \times i_c \quad (5)$$

$$S_2 = V_3 - V_4 = [(G_3 R_{03} - G_4 R_{04}) + G_3 \Delta R_3 \sin(\theta + 2\varphi) - G_4 \Delta R_4 \sin(\theta + 3\varphi)] \times i_c \quad (6)$$

En ajustant les gains G_i de sorte que : $G_1R_{01} = G_2R_{02} = G_3R_{03} = G_4R_{04}$, et en supposant que les capteurs ont la même sensibilité, c'est à dire que $G_1\Delta R_1 = G_2\Delta R_2 = G_3\Delta R_3 = G_4\Delta R_4 = G\Delta R$, les différences (5) et (6) deviennent :

$$\begin{aligned} S_1 &= [G\Delta R[\sin\theta - \sin(\theta + \varphi)]] \times i_c \\ S_2 &= [G\Delta R[\sin(\theta + 2\varphi) - \sin(\theta + 3\varphi)]] \times i_c \end{aligned}$$

En relation avec les figures 7 à 9, on décrit un dispositif de traitement qui permet d'obtenir des signaux SIN et COS quelle que soit la valeur du déphasage spatial φ entre les éléments résistifs 3.

Pour ce faire, le deuxième étage d'amplificateurs différentiels 5 est agencé pour délivrer quatre signaux et le dispositif traitement comprend un troisième étage d'amplificateurs différentiels 6 agencé pour soustraire deux à deux les quatre signaux issus du deuxième étage.

Le deuxième étage délivre les signaux S_1 et S_2 selon les relations (5) et (6) mentionnées ci-dessus, mais également de façon analogue les signaux $S_3 = V_1 - V_3$ et $S_4 = V_4 - V_2$.

Le troisième étage comprend deux amplificateurs différentiels 6 représentés respectivement sur les figures 7 et 8 par souci de clarté, de sorte à délivrer les signaux :

$$\begin{aligned} U &= [S_1 - S_2] ; \text{ et} \\ V &= [S_3 - S_4] \end{aligned}$$

Soit à partir des relations (3) et (4) :

$$\begin{aligned} U &= [-4G\Delta R \sin(\varphi) \times \sin(\frac{\varphi}{2}) \times \sin(\theta + \frac{3\varphi}{2})] i_c \\ V &= [-4G\Delta R \sin(\varphi) \times \cos(\frac{\varphi}{2}) \times \cos(\theta + \frac{3\varphi}{2})] i_c \end{aligned}$$

Nous avons donc $U = \text{SIN}$ et $V = \text{COS}$.

Notons que dans le cas où φ est différent de $\pi/2$, l'amplitude des signaux U et V est différente. Pour égaliser ces amplitudes, on peut prévoir qu'au moins un amplificateur différentiel 6 du troisième étage présente un gain réglable. En particulier, le gain de l'amplificateur 6 formant le signal U peut être ajusté à $\cos(\frac{\varphi}{2})/\sin(\frac{\varphi}{2})$, φ étant connu et constant en tant que paramètre d'adéquation entre le positionnement des éléments résistifs 3 et le signal à mesurer.

En variante de la réalisation représentée sur les figures 7 et 8, le troisième étage du dispositif de traitement comprend un amplificateur 6 conformément à la figure 7 et le deuxième étage un amplificateur 5 conformément à la figure 9 qui est agencé pour délivrer le signal $S_3 = V_2 - V_3$. Ainsi, les signaux délivrés par le dispositif de traitement 2 sont :

$$U = [S_1 - S_2] ; \text{ et}$$
$$V = 2S_3$$

Cette variante est particulièrement adaptée pour le cas où l'amplitude des signaux V_i ne peut pas être considérée comme identique, c'est-à-dire que les éléments 3 ne détectent pas une sinusoïde de même amplitude, ce qui est notamment le cas quand les éléments résistifs 3 sont inclinés par rapport au codeur 1.

Le système de détermination selon l'invention comprend en outre un dispositif de calcul 7 de la position de l'élément qui peut éventuellement être intégré dans le capteur 2 ou être logé dans un calculateur hôte.

Le dispositif de calcul 7 comprend des moyens de calcul de la position du codeur 1 à partir des signaux SIN et COS en quadrature et de même amplitude, de sorte à en déduire la position de l'élément à partir de la position calculée du codeur 1. Un tel dispositif de calcul 7, connu en soit, peut prévoir de calculer l'expression $\text{SIN}^2 + \text{COS}^2$ pour déterminer l'amplitude du signal, l' $\arctan(\text{SIN}/\text{COS})$ pour déterminer l'angle du signal ou encore prévoir des

moyens d'interpolation et de comptage des fronts créés à partir des signaux SIN et/ou COS pour obtenir la position de façon incrémentale. Le dispositif de calcul 7 peut également comprendre des moyens de recalage de la position de l'élément par rapport à la position calculée du codeur 1.

5

En outre, le dispositif de calcul peut comprendre des moyens de détermination, à partir de la position calculée, d'au moins un paramètre de déplacement de l'élément, notamment de la vitesse, de l'accélération ou du sens de déplacement dudit élément par rapport à la structure fixe.

10

L'invention concerne également un roulement tel que représenté sur la figure 10 qui est équipé d'un système de détermination de la position angulaire de la bague tournante 8 par rapport à la bague fixe 9.

15

Le roulement comprend une bague extérieure fixe 9 destinée à être associée à un organe fixe, une bague intérieure tournante 8 destinée à être mise en rotation par l'organe tournant et des corps roulants 10 disposés entre lesdites bagues.

20

Dans le mode de réalisation représenté, le codeur 1 est surmoulé sur une portée cylindrique annulaire d'une armature 11 qui est associée, par exemple par emmanchement, sur une face de la bague intérieure 8. En particulier, le codeur 1 est formé d'un anneau dont la face extérieure comprend une succession de pôles magnétiques Nord et Sud avec une largeur polaire constante.

25

Le codeur 1 est associé à la bague tournante 8 de sorte que la face extérieure dudit codeur soit sensiblement contenue dans le plan P d'une face latérale de la bague fixe 9. Cette caractéristique, notamment divulguée dans le document
30 EP-0 607 719 issu de la demanderesse, permet d'une part de protéger le codeur 1 à l'intérieur du roulement et d'autre part de pouvoir dissocier le capteur 2 du roulement en gardant la maîtrise de l'entrefer. Ainsi, le codeur 1 peut être soit fixé à la bague extérieure 9, soit associé à l'organe fixe avec les

éléments résistifs 3 à distance de lecture du codeur 1. En particulier, le capteur 2 peut comprendre quatre éléments 3 magnétorésistifs à effet tunnel tel que décrit ci-dessus.

5 Parmi les avantages de l'utilisation d'un système de détermination selon l'invention on peut citer, :

- l'absence de résistance de référence dans le cas du deuxième et du troisième mode de réalisation ;
- l'absence de toute nécessité d'utiliser des éléments résistifs 3 de sensibilités opposés comme c'est le cas pour un montage en pont de Wheatstone. Il n'est ainsi pas nécessaire d'orienter les couches de référence de certains éléments magnétorésistifs à effet tunnel dans des sens différents ;
- la possibilité d'ajuster le conditionnement à des résistances de valeur à vide R_{0i} différentes, connaissant par exemple une certaine dispersion du procédé de fabrication des éléments résistifs 3 ;
- de pouvoir éloigner les éléments résistifs 3 du conditionnement (dans une zone où ce dernier est par exemple protégé des hautes températures) tout en restant insensible à la résistance des fils de connexion ainsi qu'aux perturbations électriques captées sur ces mêmes fils (bruit de mode commun) ;
- de pouvoir adapter le capteur à des signaux de différentes périodes spatiales.

En outre, le système de détermination permet comme il se doit d'amplifier le signal, d'enlever sa composante continue, et ce en étant insensible aux dérives de la valeur à vide des différentes résistances.

REVENDEICATIONS

1. Système de détermination de la position d'un élément mobile par rapport à une structure fixe, ledit système comprenant :
- 5 - un codeur (1) destiné à être solidaire de l'élément mobile de sorte à se déplacer conjointement à lui, ledit codeur étant agencé pour émettre un signal spatial pseudo sinusoïdal qui est représentatif de la position du codeur (1) ;
 - un capteur (2) destiné à être solidaire de la structure fixe, ledit capteur
10 comprenant :
 - au moins deux éléments résistifs (3) aptes à délivrer chacun un signal V_i fonction du signal pseudo sinusoïdal émis, lesdits éléments résistifs étant disposés à distance de lecture du signal pseudo sinusoïdal émis par la codeur (1) ;
 - 15 - un montage en boucle de courant entre les éléments résistifs (3) ;
 - un dispositif de traitement des signaux V_i qui est agencé pour fournir, en fonction des signaux V_i , deux signaux respectivement SIN et COS en quadrature et de même amplitude ;
 - un dispositif de calcul (7) de la position de l'élément mobile, ledit dispositif
20 comprenant des moyens de calcul de la position du codeur (1) à partir des signaux SIN et COS de sorte à en déduire la position de l'élément à partir de la position calculée du codeur (1).
2. Système de détermination selon la revendication 1, caractérisé en ce que le
25 dispositif de traitement comprend un premier étage d'amplificateurs différentiels (4), chacun desdits amplificateurs étant respectivement branché aux bornes d'un élément sensible (3) de sorte à délivrer un signal V_i .
3. Système de détermination selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il
30 comprend trois éléments sensibles (3) et en ce que le dispositif de traitement comprend un premier étage de trois amplificateurs différentiels (4), chacun desdits amplificateurs étant respectivement branché aux bornes d'un élément sensible (3) de sorte à délivrer un signal V_i .

4. Système de détermination selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que le capteur (2) comprend deux éléments résistifs (3), le montage en boucle de courant comprenant en outre un élément de référence (R_{ref}) délivrant un signal de référence V_{ref} et le dispositif de traitement comprenant un deuxième étage d'amplificateurs différentiels (5) qui est agencé pour soustraire le signal V_{ref} aux signaux V_i .
5. Système de détermination selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif de traitement comprend un troisième étage d'amplificateurs différentiels (6) agencé pour respectivement additionner et soustraire les signaux issus du deuxième étage d'amplificateurs différentiels (5).
6. Système de détermination selon la revendication 2, caractérisé en ce que le capteur (2) comprend quatre éléments résistifs (3), le dispositif de traitement comprenant un deuxième étage d'amplificateurs différentiels (5) agencé pour soustraire des signaux issus du premier étage d'amplificateurs différentiels (4).
7. Système de détermination selon la revendication 6, caractérisé en ce que le deuxième étage d'amplificateurs différentiels (5) est agencé pour délivrer quatre signaux, le dispositif de traitement comprenant un troisième étage d'amplificateurs différentiels (6) agencé pour soustraire deux à deux les quatre signaux issus du deuxième étage d'amplificateurs différentiels (5).
8. Système de détermination selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisé en ce qu'au moins certains amplificateurs différentiels (4, 5, 6) présentent un gain réglable.
9. Système de détermination selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les éléments résistifs (3) sont à base d'éléments résistifs présentant chacun une résistance électrique R_i qui varie en fonction du signal pseudo sinusoïdal émis par le codeur (1).

10. Système de détermination selon la revendication 9, caractérisé en ce que les éléments résistifs (3) sont à base de magnétorésistances, de magnétorésistances géantes ou de magnétorésistances à effet tunnel, de sorte à présenter chacun une résistance électrique R_i qui varie en fonction d'un signal pseudo sinusoïdal magnétique émis par le codeur (1).

11. Système de détermination selon la revendication 10, caractérisé en ce que le codeur (1) comprend une succession alternée de pôles magnétiques Nord et Sud.

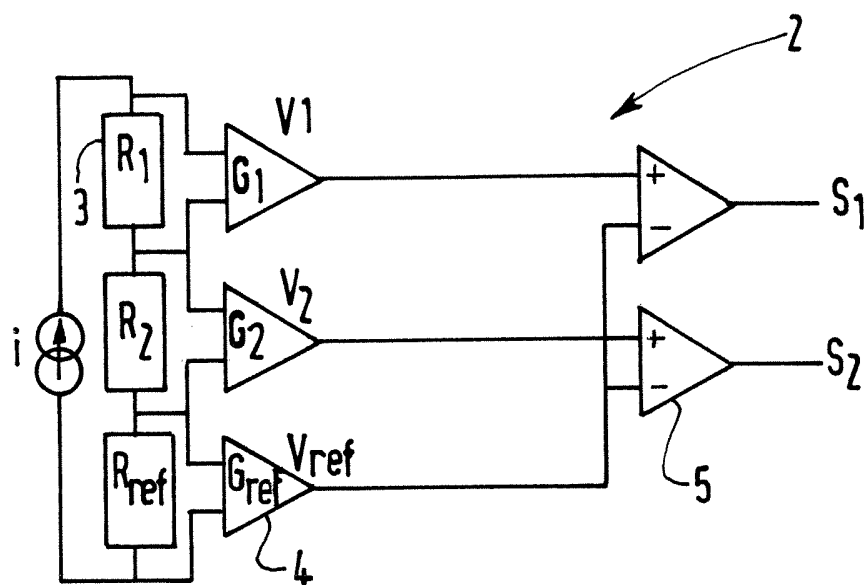
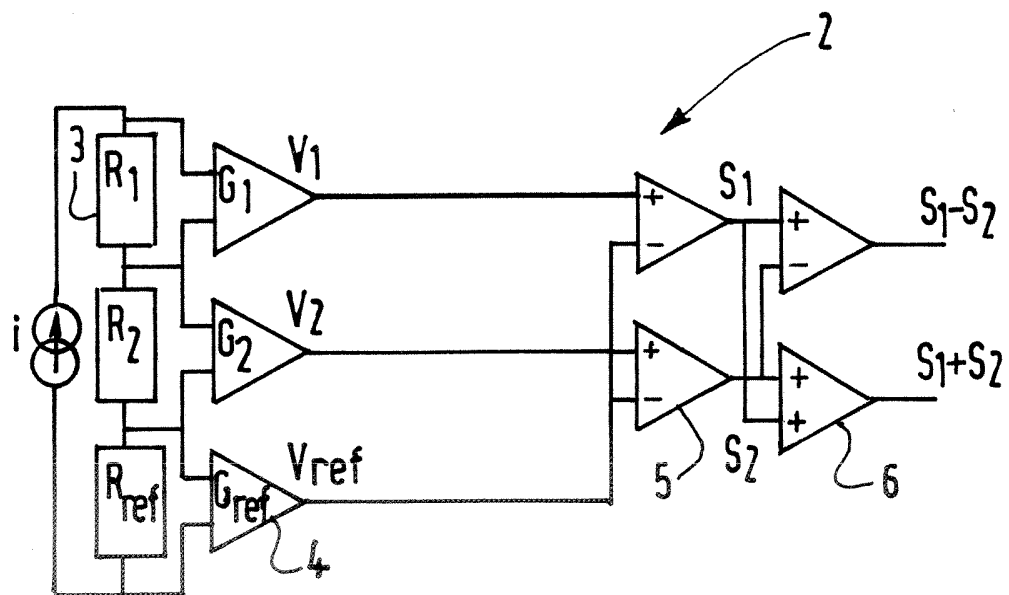
12. Système de détermination selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de calcul (7) comprend en outre, des moyens de détermination, à partir de la position calculée, d'au moins un paramètre de déplacement de l'élément, notamment de la vitesse, de l'accélération ou du sens de déplacement dudit élément par rapport à la structure fixe.

13. Système de détermination selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le capteur (2) comprend deux parties, une première partie portant les éléments résistifs (3) et une deuxième partie comprenant notamment le dispositif de traitement, les deux parties étant reliées entre elles par des fils de connexion.

14. Système de détermination selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que chaque élément sensible (3) est formé d'un bloc de plusieurs éléments résistifs unitaires.

15. Roulement comprenant un bague fixe (9) et une bague tournante (8) par rapport à ladite bague fixe au moyen de corps roulants (10), ledit roulement étant équipé d'un système selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 pour la détermination de la position angulaire de la bague tournante (8) par rapport à la bague fixe (9), dans lequel le codeur (1) est solidarisé à la bague tournante (8) et le capteur (2) est solidaire de la bague fixe (9).

1/6

FIG. 1FIG. 3

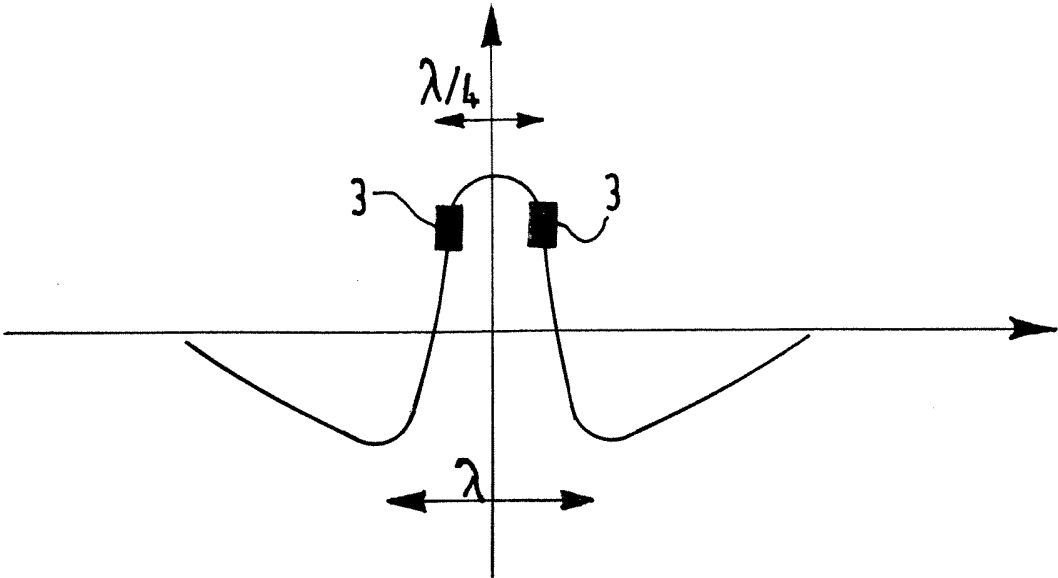


FIG. 2

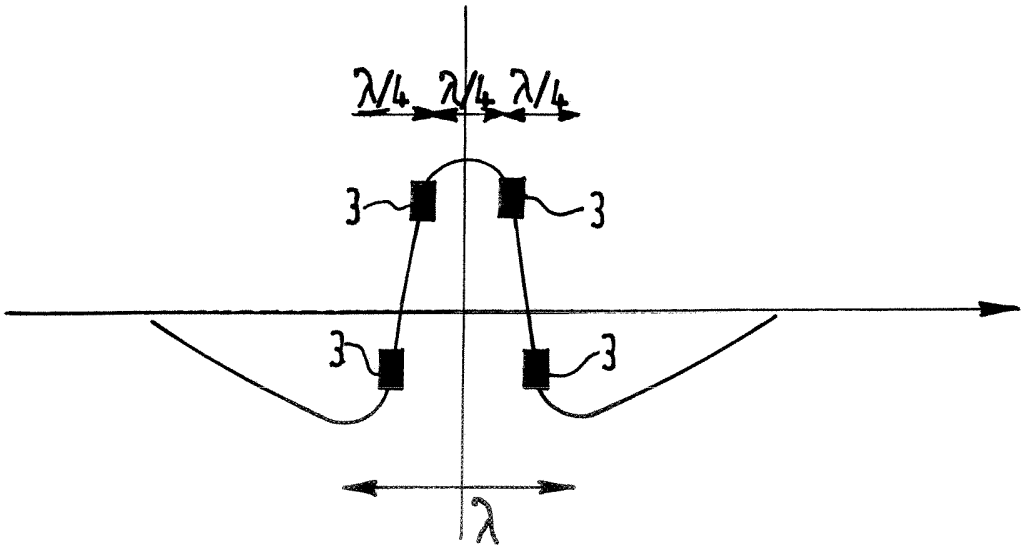
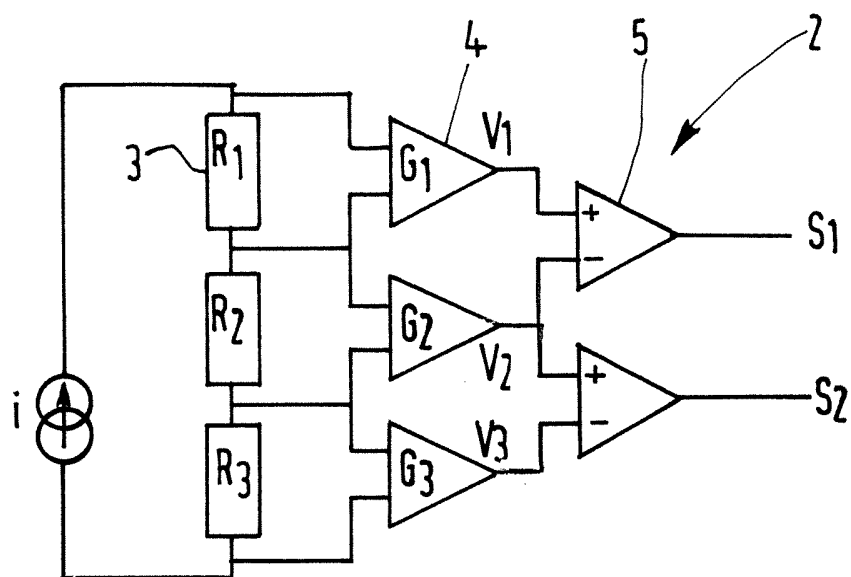
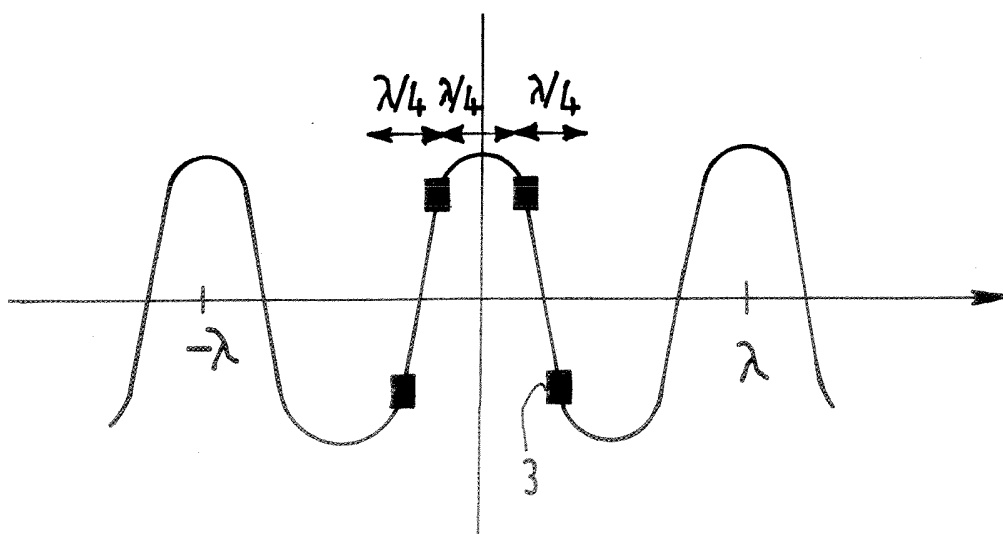
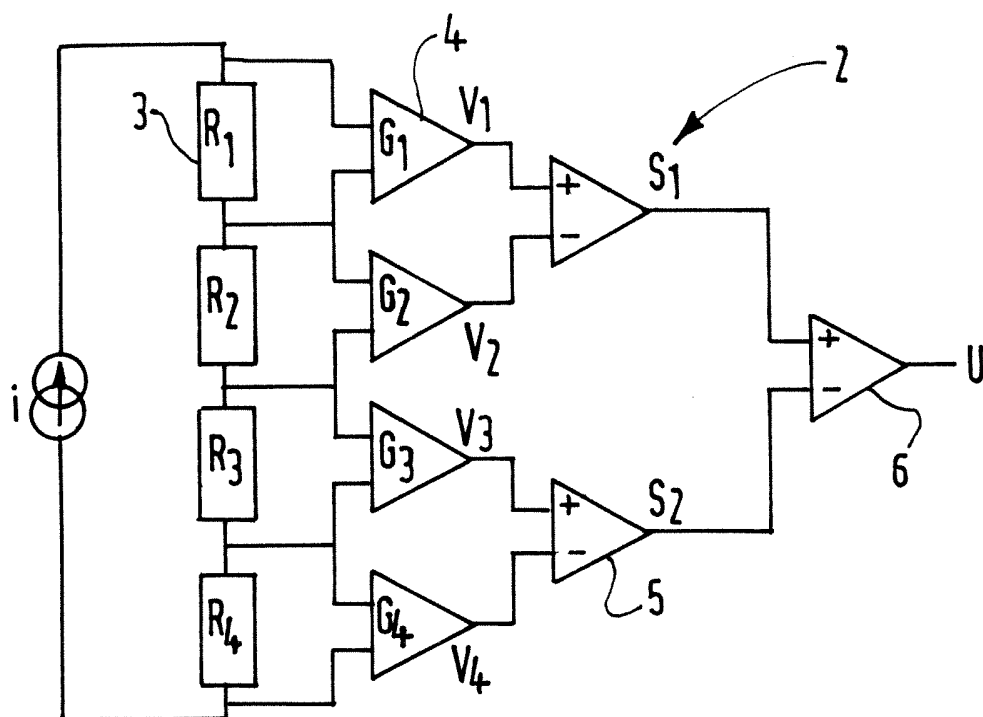
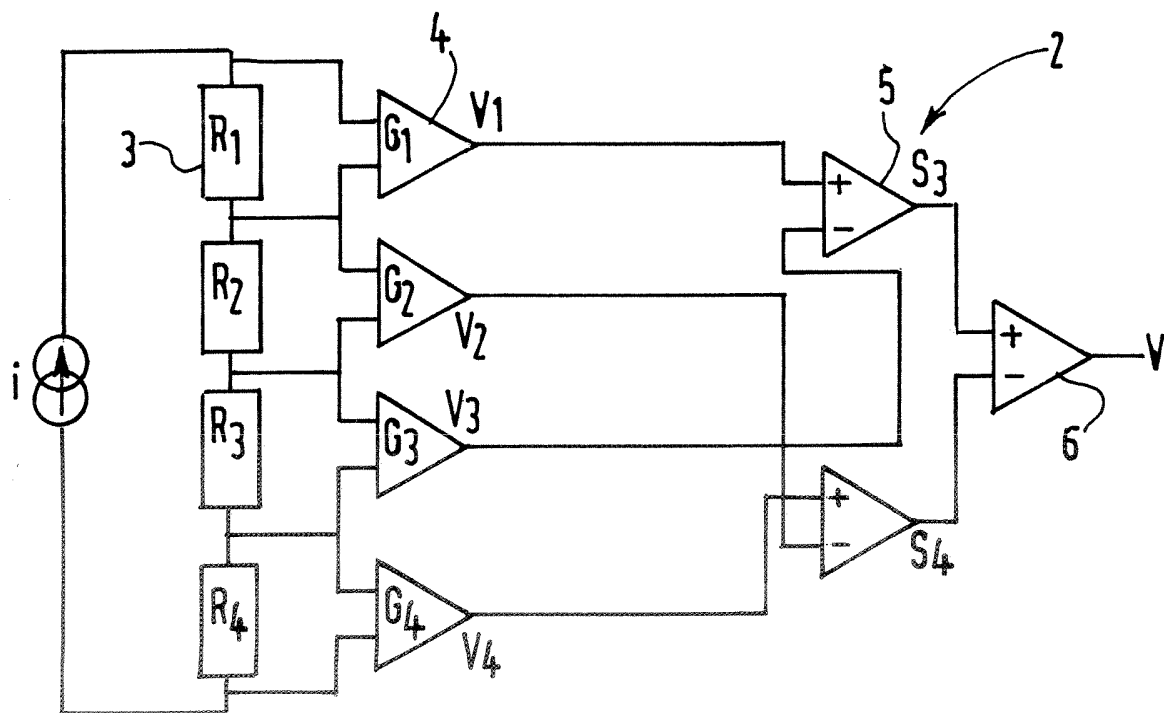


FIG. 6A

3/6

FIG. 4FIG. 6B

4/6

FIG. 7FIG. 8

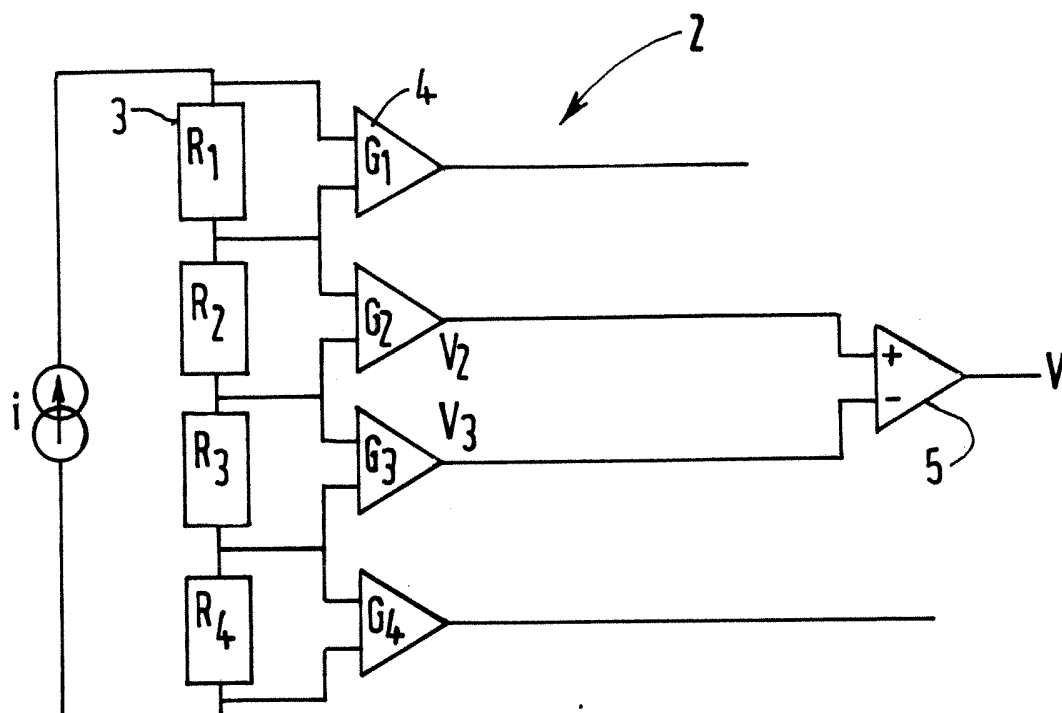
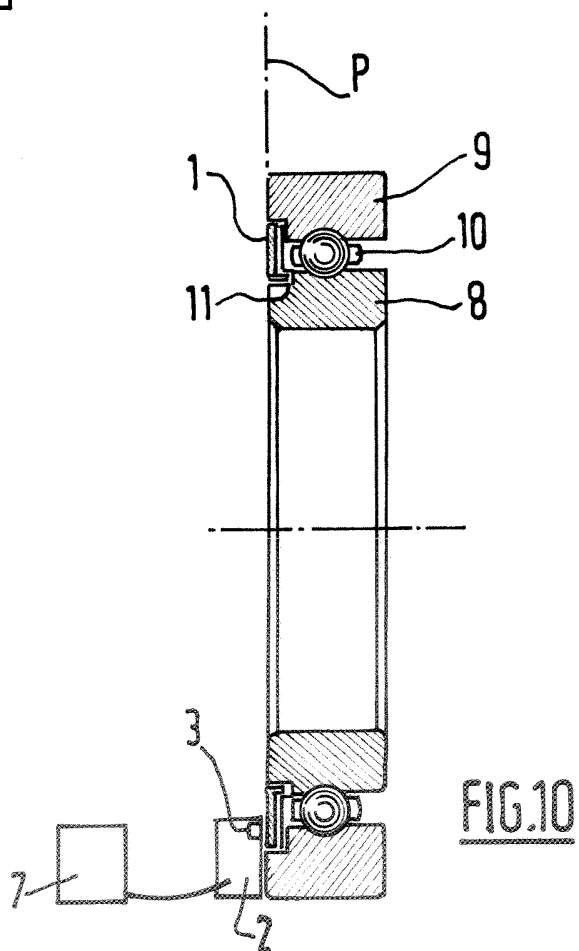
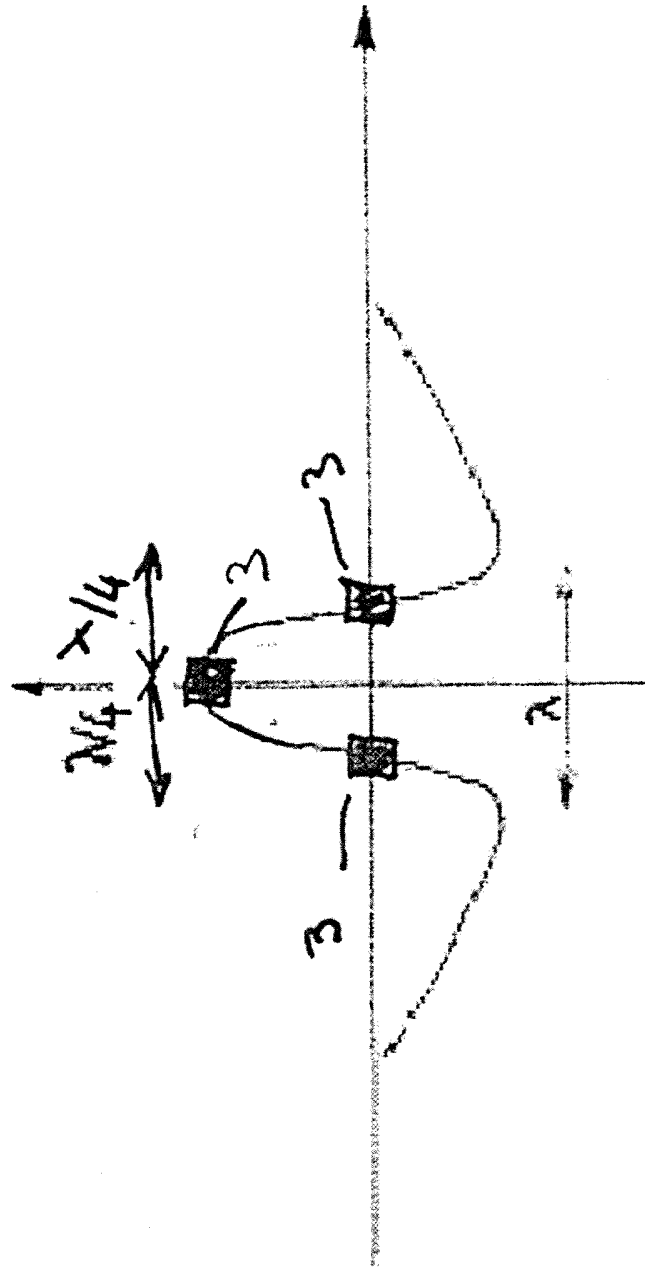


FIG.9



FIG. 5