

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 23579

(54)

Procédé pour déplacer un système mobile par rapport à un support d'informations et dispositif pour le mettre en œuvre.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. ³). G 11 B 21/02; G 05 B 19/043; G 11 B 5/02.

(22)

Date de dépôt..... 21 septembre 1979.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 13 du 27-3-1981.

(71)

Déposant : COMPAGNIE INTERNATIONALE POUR L'INFORMATIQUE CII-HONEYWELL BULL
(dite CII-HB), résidant en France.

(72)

Invention de : Christian Maury.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Georges Korsakoff, Compagnie Internationale pour l'Informatique CII Honeywell
Bull, 94, av. Gambetta, 75020 Paris.

La présente invention concerne un procédé pour déplacer un système mobile par rapport à un support d'informations et le dispositif pour le mettre en oeuvre. Elle est plus particulièrement applicable au déplacement des têtes de
05 lecture/écriture des mémoires à disques utilisées dans les systèmes de traitement de l'information.

Dans de tels systèmes on utilise de plus en plus fréquemment les mémoires à disques magnétiques en raison de leur capacité de stockage et du temps relativement court mis par les
10 têtes magnétiques d'écriture/lecture à accéder à une information contenue en un point quelconque du disque à partir du moment où elles ont reçu l'ordre d'accéder à cette information.

On sait que les disques magnétiques portent les informations sous forme codée sur des pistes d'enregistrement concentriques circulaires dont la largeur n'excède pas quelques
15 centièmes de millimètres et qui sont disposées sur leurs deux faces.

Les codes les plus fréquemment utilisés sont les codes binaires.

20 On repère les pistes en leur affectant un numéro d'ordre j , j étant un nombre entier variant de 0 à $N-1$, N étant le nombre total de pistes d'enregistrement.

On appelle adresse, l'expression codée du numéro d'ordre j d'une piste.

25 Pour permettre la lecture ou l'écriture des informations les têtes magnétiques sont disposées de chaque côté des disques à une distance de quelques dixièmes de microns de ceux-ci.

30 Les disques magnétiques sont entraînés par un moteur électrique à une vitesse de rotation constante.

Dans la pratique courante, et plus particulièrement dans le cas des mémoires qui ne comportent qu'un nombre limité de disques (généralement inférieur à 4 ou 5), les informations sont enregistrées sur chacune des faces des disques de la manière suivante. Un maximum de place est réservé à l'enregistrement des informations ou données destinées à être traitées
35 par le système de traitement de l'information auquel ces mémoires appartiennent, ces données étant appelées "données à traiter" pour simplifier. Un minimum de place est réservé, d'une
40 part à l'enregistrement des adresses des pistes et d'autre part

à l'enregistrement d'informations nécessaires à l'asservissement de position au-dessus des pistes de la ou des têtes magnétiques associées à cette face. On désignera par la suite sous le nom d'informations de repérage des pistes aussi bien les adresses de celles-ci que les informations d'asservissement de position.

Pour simplifier on considère une seule face d'un disque et on suppose qu'une seule tête magnétique lui est associée. Celle-ci lit (et /ou écrit) aussi bien les données à traiter que les adresses des pistes et les informations d'asservissement de position.

Dans la pratique courante, ainsi qu'il est décrit, par exemple, dans la demande de brevet N° 76.09357 déposée le 31 Mars 1976 au nom de la Compagnie Honeywell Bull sous le titre : "Mode d'écriture d'adresses sur un support d'enregistrement magnétique", les informations contenues sur chaque face du disque sont de préférence réparties sur des secteurs circulaires égaux et adjacents $S_0, S_1, \dots, S_i, \dots, S_{n-1}$. Habituellement une face du disque est divisée en plusieurs dizaines de secteurs (le plus souvent 40 à 50).

Lorsque la face du disque magnétique défile devant la tête magnétique qui lui est associée, le secteur S_0 est lu par la tête avant le secteur S_1 , le secteur S_1 avant le secteur S_2 , et ainsi de suite. On dit alors que le secteur S_0 précède le secteur S_1 , que le secteur S_1 précède le secteur S_2 , que le secteur S_i précède le secteur S_{i+1} , etc.....

Plus généralement lorsqu'on considère deux informations I_{k-1} et I_k qui se suivent sur une même piste de numéro d'ordre j de la dite face on dit que l'information I_{k-1} précède l'information I_k si elle est lue par la tête avant cette dernière, ou encore que l'information I_k suit l'information I_{k-1} . Le raisonnement est également valable pour plusieurs groupes d'informations G_k et G_{k-1} .

Chaque secteur S_i est divisé en deux aires inégales. L'aire la plus grande comprend les données à traiter tandis que l'aire la plus petite comprend des informations de repérage des pistes. Pour chaque secteur, l'aire la plus petite est divisée en plusieurs zones appelées zones de référence, en nombre égal à celui des pistes, chaque piste étant associée à une seule et même zone.

Il est rappelé que le mot anglais "bit" désigne à la

fois un chiffre binaire 1 ou 0 ou toute matérialisation de ce chiffre soit sous forme d'enregistrement magnétique, soit sous forme de signal électrique analogique ou logique, un signal logique ne pouvant pas prendre que deux valeurs dites "0 logique" ou "1 logique" et un signal analogique étant défini comme
05 un signal dont la tension peut varier de façon continue entre deux valeurs limites positive ou /et négative. Pour simplifier on pourra désigner par la suite sous le nom de "bit" toute information contenue sur le disque. En particulier, les
10 informations de repérage des pistes seront également appelées bits de repérage des pistes.

Pour abréger le temps mis par la tête pour accéder à une "donnée à traiter" quelconque, il est nécessaire notamment que la tête puisse se déplacer d'une piste à une autre dans
15 le temps le plus court possible et être positionnée avec précision en regard de cette dernière.

On connaît ainsi, des dispositifs permettant de déplacer et de positionner la tête en répondant à ces exigences. Certains appelés bang-bang utilisent un moteur électro-dynamique
20 du type "VOICE-COIL" comportant une bobine se déplaçant linéairement à l'intérieur d'un aimant permanent de forme cylindrique. Cette bobine est reliée mécaniquement à un chariot qui porte la tête magnétique, au moyen de bras de suspension.

On imprime à un tel dispositif de déplacement et de
25 positionnement de la tête un mouvement comprenant deux phases l'une d'accélération et l'autre de décélération. Au cours de la première phase, on applique à la bobine du moteur un courant constant (par exemple positif). Dans ces conditions la loi de vitesse du chariot (et donc des têtes) peut être assimilée à
30 une fonction linéaire croissante du temps de déplacement de celui-ci.

La courbe représentant la vitesse en fonction de la position instantanée du chariot est un arc de parabole ascendant, la vitesse croissant en fonction de la position.

35 Durant la seconde phase du mouvement, qui est une phase de décélération, on applique au moteur un courant inverse (par exemple négatif). La vitesse du chariot étant alors une fonction linéaire décroissante du temps, la courbe représentant la vitesse en fonction de la position occupée par le
40 chariot est un arc de parabole, la vitesse décroissant en

fonction de la position. A la fin de la seconde phase, la vitesse du chariot et l'espace qui lui reste à parcourir doivent être suffisamment faibles, pour que les têtes soient arrêtées au-dessus de la piste choisie.

05 La demande de brevet N° 75.39654 déposée le 24 décembre 1975 par la Compagnie Honeywell Bull sous le titre : "Procédé pour déplacer un système mobile par rapport à un support d'enregistrement d'informations et dispositif pour le mettre en oeuvre" décrit et revendique un exemple de réalisation simple
10 et avantageux d'un dispositif de déplacement et de positionnement d'un système mobile dont les principes de fonctionnement sont énoncés ci-dessus. Elle décrit et revendique également le procédé mis en oeuvre par ce dispositif.

15 Dans ce procédé, où l'adresse de la piste est la seule information commandant le courant dans la bobine du moteur électro-dynamique qui entraîne le système mobile, la tête magnétique de lecture /écriture est déplacée d'une piste de départ A à une piste d'arrivée B, dont les adresses sont fournies par un circuit de gestion des adresses appartenant à la mémoire qui
20 contient le disque associé à la dite tête. Durant la phase d'accélération du mouvement, le moteur est alimenté par un courant constant de la piste A à une piste C où le courant est inversé, la phase de décélération ayant lieu à partir de la piste C.

25 Les caractéristiques de ce procédé sont les suivantes :

- les adresses des pistes sont enregistrées sur le disque en code binaire réfléchi ;
- l'adresse de la piste C est calculée en fonction des adresses des pistes A et B, ces trois adresses étant exprimées
30 en code binaire pondéré ;
- les adresses des pistes lues par la tête magnétique lors de son déplacement sont mémorisées et puis transcodées en code binaire pondéré ;
- pendant l'accélération, ces adresses transcodées
35 sont comparées à l'adresse de la piste C ;
- la décélération a lieu jusqu'au moment où la vitesse du système mobile est inférieure à un seuil minimum V_0 calculé à partir des adresses lues et transcodées ;
- l'adresse de la piste en regard de laquelle s'immobilise la tête magnétique est comparée à l'adresse de la piste B ;
40

- un nouveau déplacement a lieu si ces adresses sont différentes.

Il ressort clairement de ce qui précède que les deux phases du mouvement ont lieu en boucle ouverte, ou encore en régime libre, c'est-à-dire sans asservissement. Les conséquences
05 suivantes en résultent :

- a) sous l'action de divers paramètres tels que sens du déplacement, température, caractéristiques du moteur, (inductance et résistance de la bobine), coefficient de force, etc...,
10 et sous l'action de perturbations extérieures, par exemple, frottement sec et visqueux, effet de pesanteur dû à l'inclinaison plus ou moins grande de la mémoire à disques, vibrations extérieures, la distance qui reste à parcourir par la tête à partir de l'instant où la vitesse est descendue en dessous du
15 seuil V_0 est très variable (et ce pour une même piste de départ A, et une même piste d'arrivée B), ce qui nécessite plusieurs itérations successives pour atteindre la piste B d'où un accroissement du temps mis par la tête à accéder aux "données à traiter" enregistrées sur cette même piste, à partir du moment
20 où elles ont reçu l'ordre d'y accéder (pour simplifier, ce temps est appelé "temps d'accès") ;

- b) pour les distances faibles, c'est-à-dire telles que les écarts, exprimés en nombre de pistes, entre les pistes de départ A & d'arrivée B sont compris entre 1 et 5, le procédé
25 décrit plus haut, doit être modifié ;

- c) il est difficile d'obtenir des temps d'accès faibles :

La présente invention permet de remédier à ces inconvénients, en asservissant en accélération le mouvement du système mobile comportant la tête magnétique, par le calcul à des
30 instants d'échantillonnage déterminés d'une accélération de consigne γ_c fonction de l'adresse de la piste en regard de laquelle se trouve la tête à ces mêmes instants, et par la comparaison de γ_c avec la valeur γ mesurée de l'accélération du dit système. La tension appliquée aux bornes de la bobine est
35 fonction du résultat de cette comparaison.

Par rapport au procédé de déplacement, décrit dans la demande de brevet précitée, le procédé selon l'invention permet d'une part, de réduire sensiblement le temps mis par
40 la tête d'écriture/Lecture à accéder à une information quelcon-

que enregistrée sur la face du disque qui lui est associée et d'autre part que la tête de lecture parvienne en un seul mouvement en regard de la piste d'arrivée B, (sans qu'il y ait donc besoin de plusieurs mouvements successifs pour y parvenir, comme dans le procédé selon l'art antérieur).

Selon l'invention, le procédé pour déplacer un système mobile par rapport à un support d'informations enregistrées sur une pluralité de pistes dont les adresses sont écrites sur le support à l'intérieur d'une pluralité de zones de référence en nombre au moins égal à celui des pistes, chaque piste étant associée à au moins une zone, le système étant mû par un moteur électrique et comportant au moins une tête de lecture des informations qui est déplacée d'une piste de départ A à une piste d'arrivée B d'adresses AD_f , les adresses des pistes lues par la tête lors du déplacement étant désignées par ADL_j , est caractérisé en ce que :

- 1) - on calcule, à des instants d'échantillonnage déterminés une accélération de consigne γ_c en fonction de l'adresse ADL_j lue à ces mêmes instants.
- 2) - on mesure l'accélération γ du système.
- 3) - on compare les accélérations γ_c et γ .
- 4) - on commande le moteur en fonction du résultat de la comparaison entre γ_c et γ .

Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, le procédé est caractérisé en ce que, aux dits instants d'échantillonnage :

- a) on calcule l'écart $\epsilon_1 = AD_f - ADL_j$
- b) on détermine une fonction $f(\epsilon_1)$ non linéaire de ϵ_1
- c) on calcule la vitesse v du système mobile en fonction de la différence des adresses lues par la tête à des instants d'échantillonnage séparés par des intervalles de temps déterminés.

- d) on calcule l'accélération de consigne γ_c proportionnellement à la somme $(f(\epsilon_1) - v)$.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description suivante donnée à titre d'exemple non limitatif et en se référant aux dessins annexés :

Sur ces dessins :

- la figure 1 est un ensemble de figures 1a à 1e qui

montre un exemple préféré de répartition des informations sur une face d'un support d'enregistrement magnétique tel qu'un disque magnétique ;

05 - la figure 2 est un ensemble de figures 2a, 2b, 2c qui illustre un mode d'écriture préféré des adresses des pistes d'une face d'un disque magnétique, à l'intérieur d'une zone de référence de cette même face ;

10 - la figure 3 est un bloc diagramme de principe du dispositif de déplacement d'un système mobile par rapport à un support d'informations tel qu'un disque magnétique, mettant en oeuvre le procédé selon l'invention.

 - la figure 4, est une courbe montrant la variation de la fonction $f(\epsilon_1)$ en fonction de l'écart d'adresses ϵ_1 .

15 - la figure 5, est une courbe montrant la variation de la vitesse du système mobile en fonction du temps.

 - la figure 6, montre la variation, en fonction du temps, de la tension d'alimentation de la bobine du moteur électro-dynamique linéaire qui entraîne le système mobile.

20 - la figure 7, est un bloc-diagramme plus détaillé du dispositif de déplacement mettant en oeuvre le procédé selon l'invention.

 - la figure 8, illustre la précision avec laquelle l'adresse ADL_j d'une piste de numéro d'ordre j est déterminée.

25 - la figure 9, montre comment la vitesse mesurée moyenne est estimée avec un retard d'estimation θ par rapport à la vitesse réelle du système mobile.

 Afin de mieux comprendre les principes de constitution et de fonctionnement du dispositif de déplacement d'un système mobile par rapport à un support d'enregistrement, mettant en oeuvre le procédé selon l'invention, il est utile de faire quelques rappels illustrés par les figures 1a à 1e et 2a à 2c montrant d'une part, comment sont réparties les informations sur la surface d'un support d'enregistrement magnétique qui de préférence est un disque magnétique (figures 30 1a à 1e) et d'autre part, un mode préféré d'écriture d'informations à l'intérieur d'une zone de référence de ce disque magnétique (figures 2a, 2b, 2c).

40 A la figure 1a, on considère une face d'un disque magnétique D, tournant dans le sens de la flèche F, dont la surface utile d'enregistrement est délimitée par les cercles d_1 ,

et d_2 . On suppose qu'elle est associée à une seule tête magnétique TEL d'écriture-lecture. On définit sur ce disque n_0 secteurs circulaires égaux et adjacents $S_0, S_1, S_i, \dots, S_{n_0-1}$. Ainsi qu'on peut mieux le voir à la figure 1b, chaque secteur S_i est divisé en deux parties SAD_i et SDO_i où sont enregistrées respectivement les adresses des pistes et les "données à traiter" par le système de traitement de l'information auquel appartient la mémoire à disques contenant le disque magnétique D.

La surface de la partie SAD_i est très inférieure à la surface de la partie SDO_i .

Les figures 1_c et 1_d montrent plus en détail la manière dont sont constituées les parties SAD_i des secteurs S_i . Elles sont une vue agrandie de la partie SAD_i du secteur S_i comprise à l'intérieur du cercle C.

Chaque partie SAD_i d'un secteur S_i est divisée en N zones $ZRP_{i0}, \dots, ZRP_{ij}, \dots, ZRP_{iN-1}$, (N étant le nombre de pistes magnétiques du disque magnétique D).

Aux figures 1c et 1d, on n'a représenté pour simplifier que les cinq premières zones ZRP_{i0} à ZRP_{i4} .

Les frontières entre les différentes zones ZRP_{ij} sont les axes circulaires Ax_j des pistes d'enregistrement magnétique. A chaque piste magnétique, de numéro d'ordre j d'axe Ax_j est associée la zone ZRP_{ij} . Ainsi, à la piste de numéro d'ordre 0 est associée la zone de référence ZRP_{i0} , à la piste de numéro d'ordre 1 la zone de référence ZRP_{i1} et ainsi de suite.

On rappelle que les têtes magnétiques de lecture et/ou écriture comprennent un circuit magnétique autour duquel est disposé un enroulement et qui comporte un entrefer. Pour que les "données à traiter" d'une piste de numéro d'ordre j d'axe magnétique Ax_j soient lues par une tête magnétique de lecture TEL avec le maximum de précision, celle-ci restant immobile en regard de cette même piste pendant le temps nécessaire à la lecture de ces données, il faut que son entrefer soit parfaitement centré sur l'axe magnétique Ax_j , frontière entre les deux zones de référence ZRP_{ij} et $ZRP_{i(j+1)}$. On dit alors également que la tête magnétique de lecture-écriture TEL est disposée à cheval sur les deux zones.

Pour simplifier la figure 1d, on a représenté les zones de référence ZRP_{ij} par des rectangles. Chacune de ces zones contient l'adresse de la piste à laquelle elle est

associée. Ainsi qu'on peut le voir à la figure 1d la zone ZRP_{i0} contient l'adresse de la piste de numéro d'ordre 0, la zone ZRP_{i1} , l'adresse de la piste de numéro d'ordre 1, la zone ZRP_{i2} l'adresse de la piste de numéro d'ordre 2, et ainsi de suite.

05 L'adresse des pistes est écrite selon un code binaire réfléchi, dit code GRAY. La description d'un tel code est par exemple donnée dans le livre de H. SOUBIES-CAMY publié aux Editions DUNOD en 1961, aux pages 253-254. Un exemple d'écriture en code GRAY de deux adresses successives, celles des pistes
10 124 et 125 est donnée à la figure 1e.

Cet exemple illustre la caractéristique principale du code GRAY, à savoir, que deux adresses successives se distinguent par le changement d'un seul bit entre elles. Ainsi, les deux adresses 124 et 125 écrites en code GRAY diffèrent
15 par le dernier bit, égal à 0 pour la piste 124 et égal à 1 pour la piste 125.

On considère à la figure 2, une zone de référence ZRP_{ij} d'un secteur S_i , le sens de défilement du disque D étant indiqué par la flèche F. Ainsi qu'il est décrit dans la demande de
20 brevet N° 78.29847 déposée le 19 octobre 1978, sous le titre : "Mode d'écriture d'informations sur un support d'enregistrement magnétique", par la Compagnie Demanderesse, l'adresse de la piste est contenue dans une partie PAD de celle-ci, le reste de la zone contenant notamment des informations d'asservissement
25 de position de la tête TEL sur l'axe Ax_j des pistes de numéro d'ordre j.

La zone de référence ZRP_{ij} est précédée d'une zone ZB_{ij} dite "zone de blanc" qui la sépare de la partie SDO_i du secteur S_i contenant les données à traiter.

30 L'induction magnétique est uniforme dans la zone ZB_{ij} et est par exemple négative comme indiqué à la figure 2a.

On sait que, pour enregistrer des informations sur un disque magnétique, on crée sur chaque piste de celui-ci une succession de petits domaines magnétiques (dont les dimensions
35 sont de l'ordre de quelques microns) dits élémentaires de longueur variable répartis sur toute la longueur de la piste et ayant alternativement des inductions magnétiques du même module et de sens opposé, de direction parallèle à la surface du disque.

Le début de la zone de référence ZRP_{ij} est indiqué
40 par la référence DZ_{ij} . Il est constitué par un changement de

sens de l'induction magnétique entre la zone ZB_{ij} où l'induction est négative et le premier domaine magnétique DM_1 de la zone ZRP_{ij} où l'induction magnétique est positive.

05 Dans la suite de la description, on appellera également transition magnétique un changement de sens de l'induction magnétique.

Une transition magnétique peut avoir deux natures différentes, à savoir :

10 - lorsque la face du disque défile devant la tête magnétique T et que celle-ci voit défiler successivement un domaine magnétique élémentaire d'induction magnétique négative puis un domaine élémentaire d'induction magnétique positive, on dit que la transition magnétique correspondante est positive.

15 - lorsque au contraire la tête magnétique T voit défiler successivement un domaine élémentaire d'induction positive puis un domaine élémentaire d'induction négative, on dit que la transition magnétique est négative.

La partie PAD qui comprend les adresses se compose de m cellules élémentaires (12 dans l'exemple de réalisation montré à la figure 2a) identiques de longueur L à savoir les cellules $C_0, C_1, \dots, C_k, \dots, C_{11}$, chaque cellule contenant un bit de l'adresse. Tout bit B_k de l'adresse contenu dans une cellule est défini par la présence ou l'absence d'une double transition magnétique, la première transition magnétique T_{1k} étant de signe opposé à la seconde position T_{2k} . Par exemple, la première transition T_{1k} est positive (voir figure 2b) alors que la seconde T_{2k} est négative. Le codage des bits de l'adresse ADE_j de la piste de numéro d'ordre j contenue dans une zone de référence ZRP_{ij} est choisie par exemple, de telle sorte que le bit B_k est égal à 1 en cas de présence de la double transition magnétique, alors qu'il est égal à 0, en cas d'absence de celle-ci, cette absence se traduisant par une induction magnétique uniforme, par exemple négative, dans la cellule contenant ce bit de valeur nulle (voir figure 2b).

35 Pour simplifier, on désignera par la suite sous le nom anglo-saxon de "dibit", l'absence ou la présence d'une double transition magnétique.

La figure 2c montre le signal analogique délivré par la tête magnétique TEL lorsqu'une cellule C_k défile devant elle.

40 Lorsque le bit B_k est égal à 1, le signal délivré

par la tête TEL se compose de deux impulsions analogiques de signe contraire dont les amplitudes sont égales, en valeur absolue, à AMP. Lorsque le bit B_k est égal à 0, la tension du signal délivré par la tête TEL reste nulle. Ainsi qu'on peut le voir à la figure 3 qui représente le dispositif mettant en oeuvre le procédé pour déplacer un système mobile par rapport à un support d'informations selon l'invention, le système mobile SYSMOB à déplacer, est constitué par la tête magnétique de lecture-écriture TEL qui est associée à un chariot CHAR dont elle est mécaniquement solidaire.

Le but du dispositif mettant en oeuvre le procédé selon l'invention est de déplacer, en un seul parcours dans le minimum de temps possible, la tête magnétique d'écriture-lecture TEL, d'une piste de départ A à une piste d'arrivée B d'adresse AD_f . Le mouvement de la tête TEL est régi par une équation différentielle de second ordre, non linéaire, du type :

$$f(\mathcal{E}_1) + \frac{d\mathcal{E}_1}{dt} + \frac{1d^2\mathcal{E}_1}{C_2dt^2} = 0 \quad (1), \quad \mathcal{E}_1 \text{ et } f(\mathcal{E}_1) \text{ étant res-}$$

pectivement les variable et fonction non linéaire définies plus haut, $f(\mathcal{E}_1)$ étant croissante, C_2 étant une constante.

On a : $\mathcal{E}_2 = d\mathcal{E}_1/dt = -v$, v étant la vitesse de la tête TEL, et

$\mathcal{E}_3 = d^2\mathcal{E}_1/dt^2 = -\gamma$, où γ est l'accélération de la tête TEL.

L'équation (1) peut donc s'écrire :

$$f(\mathcal{E}_1) + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3/C_2 = 0 \quad (1')$$

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le procédé pour déplacer le système mobile SYSMOB par rapport à la face du disque D comporte les opérations suivantes :

1)- à des instants d'échantillonnage déterminés, régulièrement espacés dans le temps, l'intervalle de temps séparant ces instants d'échantillonnage étant égal à T secondes, on calcule l'accélération de consigne γ_c , de la manière suivante :

- a) on détermine l'adresse ADL_j et on calcule l'écart $\mathcal{E}_1$.
- b) on détermine la fonction $f(\mathcal{E}_1)$ correspondante, fonction connue parfaitement déterminée à l'avance ; on peut dire également que $f(\mathcal{E}_1)$ est fonction de l'adresse ADL_j .
- c) on calcule la vitesse v du système SYSMOB en fonction de la différence des adresses $ADL (nT + k_0 T)$

et ADL (nT) qui sont les adresses ADL_j lues aux instants d'échantillonnage : $t_n = nT$ et $t_{k_0} = nT + K_0T$, n et k étant des nombres entiers.

05 d) on calcule l'accélération de consigne γ_c telle que $\gamma_c/C_2 = (f(\xi_1) - v)$; on voit que γ_c est fonction de ADL_j .

2)- on mesure l'accélération $\tilde{\gamma}$ du système SYSMOB que l'on divise par C_2 .

3)- on calcule la différence $(\gamma_c - \tilde{\gamma})/C_2 = \Delta(\gamma/C_2)$

10 4)- on alimente la bobine du moteur électro-dynamique ML par une tension dont le signe dépend du signe de la différence $\Delta(\gamma/C_2)$.

Les différents éléments constitutifs essentiels du dispositif mettant en oeuvre le procédé selon l'invention sont :

- le moteur électro-dynamique ML
- 15 - le circuit CIRCAD détermination de l'adresse lue ADL_j
- le circuit de gestion des adresses GESTAD
- les moyens ACCEL de calcul de l'accélération de consigne γ_c
- les moyens MES pour mesurer l'accélération $\tilde{\gamma}$
- 20 - le comparateur COMP effectuant la comparaison entre l'accélération de consigne γ_c et l'accélération mesurée $\tilde{\gamma}$
- le générateur ALIM d'alimentation en tension de la bobine du moteur électro-dynamique ML.

Le circuit CIRCAD :

25 a) reçoit le signal analogique ST délivré par la tête magnétique d'écriture-lecture TEL, lorsque les di bits d'informations contenus dans la partie PAD d'une zone ZRP_{ij} défilent devant elle, le signal ST étant composé d'une suite d'impulsions analogiques.

30 b) il transforme cette dernière en une suite d'impulsions logiques qui constituent l'adresse ADG_j , exprimée en code GRAY, de la piste de numéro d'ordre j associée à la zone de référence ZRP_{ij} .

35 c) il transcode ensuite l'adresse ADG_j en une adresse ADL_j exprimée en code binaire pondéré, de tels codes étant décrits dans le livre de SOUBIES-CAMY précédemment cité.

d) il délivre aux moyens ACCEL de calcul de l'accélération de consigne, sur des voies parallèles, l'adresse ADL_j , avec une fréquence d'échantillonnage $F = 1/T$, la période d'échantillonnage T étant égale au temps séparant le passage

40

de deux parties PAD de deux zones de référence ZRP_{ij} et $ZRP_{(i+1)j}$ associées à une même piste de numéro d'ordre j , dont la première précède la seconde. En d'autres termes, on peut dire que les adresses ADL_j sont délivrées par le circuit CIRCAD toutes les T secondes.

05 Les moyens ACCEL de calcul de l'accélération de consigne γ_c comprennent (figures 3 et 7) :

- le soustracteur SOUS calculant la quantité

$$\mathcal{E}_1 = ADF_f - ADL_j$$

- le générateur GF de la fonction $f(\mathcal{E}_1)$

10 - le calculateur CALVIT de détermination de la vitesse mesurée v_m

- l'additionneur ADDIT (voir figure 7)

- le convertisseur digital-analogique CDA (voir figure 7)

- le dispositif COMPRET de compensation de retard moyen

15 θ d'estimation de la vitesse mesurée v_m par rapport à la vitesse réelle v de la tête TEL

- l'additionneur ADD qui délivre l'accélération de consigne γ_c . (ADD, ADDIT et CDA sont représentés sous forme de bloc unique pour simplifier, à la figure 3).

20 Le soustracteur SOUS reçoit d'une part, du circuit CIRCAD l'adresse ADL_j et d'autre part l'adresse ADF_f de la piste B, envoyée par le circuit de gestion des adresses GESTAD du système de traitement de l'information dont fait partie la mémoire à disques contenant le disque D. L'adresse ADF_f est exprimée dans le même code binaire pondéré que l'adresse ADL_j .

Il est clair que le soustracteur SOUS, recevant une nouvelle adresse ADL_j , toutes les T secondes, calcule une nouvelle valeur de $\mathcal{E}_1$ également toutes les T secondes.

30 Le générateur de fonction GF reçoit l'écart d'adresses $\mathcal{E}_1$ envoyé par le soustracteur SOUS. Il envoie, exprimé sous forme binaire, la valeur de la fonction non linéaire $f(\mathcal{E}_1)$ correspondant à la valeur de $\mathcal{E}_1$ qui lui a été transmise, à l'additionneur ADDIT.

La fonction $f(\mathcal{E}_1)$ est une fonction connue, parfaitement déterminée à l'avance. Le générateur GF est donc une mémoire contenant une table de valeurs de cette fonction correspondant à des valeurs déterminées de $\mathcal{E}_1$.

La figure 4 montre un exemple de courbe de variation de la fonction $f(\mathcal{E}_1)$ en fonction de l'écart d'adresse $\mathcal{E}_1$. On voit que la variation de la fonction $f(\mathcal{E}_1)$ est très grande pour

les faibles valeurs de ϵ_1 (la dérivée $df(\epsilon_1)/d\epsilon_1$ est grande) et beaucoup plus faible pour les grandes valeurs de ϵ_1 (dérivée faible).

05 Le calculateur de vitesse CALVIT reçoit, à chaque instant d'échantillonnage, (toutes les T secondes) l'adresse ADL_j déterminée par le circuit CIRCAD.

Le calculateur CALVIT détermine la vitesse mesurée v_m de la manière suivante :

10 On a $ADL(nT + K_0 T) - ADL(nT) = lq$ où l est un nombre entier et q une distance égale à une fraction de largeur de piste.

Toutes les pistes du disque ayant sensiblement la même largeur lp (voir figures 1d et 8), on a donc $q = f \times lp$ avec $0 < f < 1$. q représente la précision avec laquelle on détermine une
15 adresse ; ainsi, dans l'exemple de réalisation décrit ici, q est égal à une demi-largeur de piste soit $0,5 lp$; en d'autres termes, cela signifie que si on lit une adresse ADL_j correspondant à une piste de numéro d'ordre j, la tête TEL est disposée en regard de la piste de numéro d'ordre j, à une demi-piste près.

20 La quantité lq représente donc la distance parcourue par la tête TEL pendant un intervalle de temps égal à $(K_0 \times T)$ secondes.

Le calculateur CALVIT détermine la vitesse de mesure v_m selon la formule $v_m = lq/K_0 T$; la vitesse v_m changée de signe est transmise sous forme binaire à l'additionneur ADDIT.
25

Pour des raisons qui seront exposées plus en détail par la suite, on montre que la vitesse de mesure calculée à l'instant $(nT + K_0 T)$ n'est pas égale à la vitesse réelle v de la tête magnétique TEL à cet instant mais égale à la vitesse de
30 cette même tête à l'instant $((nT + K_0 T) - \theta)$ avec θ égal à $(K_0 + 1) T/2$, θ étant appelé retard moyen d'estimation.

Le dispositif COMPRET de compensation de retard moyen θ a pour but de compenser les effets de celui-ci sur la mesure de la vitesse v_m ; il reçoit le signal γ et délivre un signal
35 de compensation γ_F .

Si l'on appelle vitesse estimée la quantité $\tilde{v}$
 $(v_m + \gamma_F) = \tilde{v}$ et par Δv , l'écart de vitesse $v - \tilde{v} = v - v_m - \gamma_F$, les caractéristiques du dispositif COMPRET de compensation de retard sont établies de telle sorte que l'écart de vitesse Δv
40 soit minimum, voire nul ; ainsi on peut dire que la vitesse es-

timée $\tilde{v}$ est quasiment égale à la vitesse réelle v de la tête magnétique de lecture-écriture TEL. On montre que ce résultat est obtenu pour une valeur de $\gamma_F = \tilde{\gamma} \times G$ où G est la fonction de transfert du dispositif COMPRET, qui, de préférence est un
 05 filtre. Le signal γ_F , changé de signe est envoyé sous forme analogique à l'additionneur ADD.

L'additionneur ADDIT calcule la somme
 $S = (-v_m + f(\epsilon_1))$ exprimée sous forme binaire, qui est envoyée au convertisseur digital analogique qui l'envoie, sous forme
 10 d'un signal analogique à l'additionneur ADD.

Ce dernier reçoit donc les signaux analogiques $(-v_m + f(\epsilon_1))$ et $-\gamma_F$. Il délivre, à une constante près l'accélération de consigne γ_c . En effet :

$$\begin{aligned} -v_m + f(\epsilon_1) - \gamma_F &= -(v_m + \gamma_F) + f(\epsilon_1) = f(\epsilon_1) - v \\ &= f(\epsilon_1) + \epsilon_2 = -\epsilon_3/C_2 = \gamma_c/C_2 \end{aligned}$$
 15

L'additionneur ADD envoie le signal $\gamma_c/C_2 = -\epsilon_3/C_2$ au comparateur COMP.

Les moyens de mesure de l'accélération MES délivrent un signal $\tilde{\gamma}$, selon le principe suivant : on montre que l'accélération du système mobile entraîné par le moteur électrodynamique
 20 linéaire ML est proportionnelle au courant circulant dans la bobine. Il suffit donc de mesurer ce courant i et de le multiplier par un coefficient de proportionnalité pour obtenir le signal $\tilde{\gamma}$, envoyé d'une part au dispositif de compensation
 25 COMPRET, et d'autre part, multiplié par $1/C_2$ (par le multiplieur MUL) envoyé au comparateur COMP.

A la sortie du comparateur COMP, on recueille un signal $(\gamma_c - \tilde{\gamma})/C_2 = (\tilde{\epsilon}_3 - \epsilon_3)/C_2 = \Delta(\epsilon_3/C_2)$ qui commande le générateur d'alimentation ALIM.

30 Si $\Delta(\epsilon_3/C_2)$ est positif, le générateur d'alimentation ALIM délivre une tension $+U_0$ à la bobine du moteur électrodynamique linéaire ML.

Si $\Delta(\epsilon_3/C_2)$ est négatif, le générateur d'alimentation ALIM délivre une tension $-U_0$ à la bobine du moteur électrody-
 35 namique linéaire ML.

Pour rendre plus clairs les principes de fonctionnement du dispositif mettant en oeuvre le procédé selon l'invention, le comparateur COMP et l'additionneur ADD sont considérés comme deux éléments fonctionnels séparés, mais il est clair que, dans
 40 la pratique, ils peuvent constituer un seul et même élément

accomplissant successivement l'addition des signaux $(-v_m - \gamma_F)$ et $f(\epsilon_1)$ pour obtenir γ_c/c_2 puis la comparaison entre les signaux γ/c_2 et γ_c/c_2 (entre $\tilde{\epsilon}_3/c_2$ et ϵ_3/c_2).

La figure 5 montre comment évolue la vitesse du système mobile SYSMOB, lors de son déplacement entre les pistes A et B.

De la piste A à la piste C, on alimente en permanence la bobine du moteur ML avec un signal de tension positif $+U_0$ (voir également la figure 6), de telle sorte que le moteur ML soit saturé.

La figure 5 montre que, entre les points A et B, (correspondant aux pistes A et B), c'est-à-dire entre les instants t_A et t_B , la courbe T_1 de variation de la vitesse est sensiblement de forme exponentielle, la vitesse restant inférieure à une vitesse v_m : en effet, pour les valeurs de ϵ_1 suffisamment grandes, on estime que, autour de chaque point d'abscisse ϵ_{1i} (voir également figure 4), on a :

$f(\epsilon_1) = a + \alpha \epsilon_1$ (2) avec $\alpha = df(\epsilon_1)/d\epsilon_1$, α étant très faible. On voit alors que le mouvement du système mobile est régi par une équation différentielle de la forme :

$$\epsilon_2 + 1/c_2 \, d\epsilon_2/dt = \text{constante} \quad (3)$$

dont la solution est du type :

$$\epsilon_2 = B_1 (1 - e^{-c_2 t}) \quad (4)$$

En d'autres termes on peut dire qu'entre les pistes A et C, le mouvement du système mobile SYSMOB est régulé en vitesse.

Lorsque la tête TEL se rapproche de la piste B (écarts d'adresse ϵ_1 plus faibles), l'approximation donnée par l'équation (2) n'est plus valable et le mouvement du système mobile SYSMOB subit une régulation définie par l'équation différentielle du second ordre non linéaire (1), déjà citée.

La courbe de vitesse du système mobile SYSMOB est alors la courbe T_2 , et ce à partir du point C (instant t_C) ; on dit alors que le système SYSMOB est mis en glissement sur une trajectoire répondant à l'équation différentielle non linéaire du second ordre (1).

On a également représenté à la figure 5 la courbe de variation de la vitesse en fonction du temps lorsque la tête TEL se déplace entre une piste A' et la piste B, la distance entre celles-ci étant plus grande que la distance entre les pistes A et B. La variation de la vitesse est alors donnée par

les courbes T'_1 , (entre les points A' et C') et par la courbe T_2 (entre les points C' et B).

Pendant la seconde partie du mouvement c'est-à-dire entre les points C et B ou C' et B (se reporter aux courbes T_2 ou T'_2), la tension d'alimentation U de la bobine du moteur ML qui est donnée à la figure 6 par la courbe T'_3 en traits interrompus, est constituée d'une suite d'impulsions de tension négative et positive de durée variable. Sa valeur moyenne est donnée par la courbe T_3 en trait plein.

Si l'on suppose que la tension U_0 est positive, la valeur moyenne de la tension U entre les instants t_C (ou t'_C) et t_B est négative.

Le circuit de détermination d'adresses CIRCAD comprend, ainsi qu'on peut le voir à la figure 7 :

- le circuit à seuils GS ;
- le registre -transcodeur TRANSCOD ;
- le générateur d'échantillonnage ECHANT délivrant des impulsions d'échantillonnage toutes les T secondes, c'est-à-dire définissant les instants d'échantillonnage.

Le circuit à seuils GS reçoit le signal ST et transforme la suite d'impulsions analogiques constituant ce dernier en une suite d'impulsions Logiques au moyen de deux seuils S_1 et S_2 . Si on suppose que la valeur absolue de l'amplitude moyenne des signaux délivrés par la tête TEL correspondant à des bits égaux à 1 (présence de double transition, se reporter à la figure 2), est égale à AMP, on a, dans un exemple préféré de réalisation de l'invention :

$$S_1 = 0,25 \times \text{AMP} \quad (5)$$

et $S_2 = 0,75 \times \text{AMP} \quad (5')$

Le mode de détermination de la valeur des bits par le circuit GS est alors le suivant :

- on considère deux zones de référence voisines ZRP_{ij} et $ZRP_{i(j+1)}$, les adresses des pistes correspondantes écrites dans les parties PAD de ces zones étant respectivement ADE_j et ADE_{j+1} et on considère deux cellules de même rang k à l'intérieur de ces deux zones à savoir les cellules C_{kj} et $C_{k(j+1)}$. Les bits correspondants à ces deux cellules sont respectivement B_{kj} et $B_{k(j+1)}$. Du fait que les adresses ADE_j et ADE_{j+1} sont écrites en code GRAY, trois cas se présentent :

- CAS 1 : les deux bits B_{kj} et $B_{k(j+1)}$ sont nuls.

La tension du signal ST est nulle et par suite inférieure au seuil S_1 . Le circuit GS délivre alors un signal égal au "zéro logique", et ce, quelle que soit la position occupée par la tête de lecture TEL lorsqu'elle se déplace de la position POS_1 où son entrefer est situé en regard de la zone ZRP_{ij} (voir figure 8 où l'entrefer a été représenté par un rectangle dont la longueur est très supérieure à la largeur) à la position POS_3 où cet entrefer est situé au-dessus de la zone $ZRP_{i(j+1)}$, en passant par la position POS_2 où cet entrefer est situé à cheval sur ces deux zones, c'est-à-dire centré sur l'axe Ax_j de la piste de numéro d'ordre j.

- CAS 2 : Les deux bits B_{kj} et $B_{k(j+1)}$ sont égaux à 1. La tension du signal ST a une amplitude positive et une amplitude négative dont la valeur absolue est égale à AMP, c'est-à-dire supérieure à S_2 . Le circuit GS délivre alors un signal égal au "un logique" quelle que soit la position occupée par la tête de lecture TEL entre les positions POS_1 et POS_3 (voir également figure 8).

- CAS 3 : on suppose B_{kj} égal à zéro et $B_{k(j+1)}$ égal à 1. Les deux adresses ADE_j et ADE_{j+1} , différant entre elles par un seul bit, ce troisième cas n'a donc lieu que pour un seul bit de même rang pour deux zones de référence voisines. On considère alors l'évolution de la valeur absolue de l'amplitude du signal ST (voir figure 8). La distance entre la position POS_1 et POS_3 est égale à la largeur d'une zone ZRP_{ij} , elle-même égale à la largeur lp d'une piste. Cette distance lp est également appelée pas entre les pistes. Il est clair que, lorsque la tête TEL se déplace continûment entre la position POS_1 et la position POS_3 la valeur absolue de l'amplitude du signal varie continûment de 0 à 100 % de AMP. On dit dans ce troisième cas, que le signal ST est une ambiguïté et qu'il correspond à un "bit d'ambiguïté", l'amplitude de l'ambiguïté variant en fonction de la position x occupée par la tête entre les positions POS_1 et POS_3 . Soit $A(x)$ cette amplitude. On voit que si x inférieur à $lp/4$ $A(x)$ est inférieur à $0,25 \text{ AMP} = S_1$.

On voit d'autre part que si x supérieur à $3lp/4$, $A(x)$ est supérieur à $0,75 \text{ AMP} = S_2$.

Enfin si $A(x)$ est compris entre S_1 et S_2 c'est-à-dire entre $0,25 \text{ AMP}$ et $0,75 \text{ AMP}$ on a $lp/4 < x < 3lp/4$.

Le circuit à seuils GS délivre une adresse lue en code

GRAY à savoir l'adresse ADG_j ou ADG_{j+1} , le registre-transcodeur TRANSCOD recevant du circuit à seuils GS suivant une fréquence $1/T$ égale à celle des impulsions d'échantillonnage délivrées par le générateur GEN, les adresses ADG_j lues en code GRAY et les
 05 transcodant en code binaire pondéré. Le registre TRANSCOD qui est commandé par le générateur d'échantillonnage ECHANT délivre donc toutes les T secondes, sur des voies parallèles, l'adresse ADL_j exprimée en code binaire pondéré, et envoyée au soustracteur SOUS et au calculateur de vitesse CALVIT.

10 Si l'on convient de définir après conversion de l'adresse lue en code GRAY ADG_j en adresse lue en code binaire pondéré ADL_j , un poids binaire $a_{-1}(j)$ tel que :

$$\text{si } \left\{ \begin{array}{ll} x < lp/4 & , x > 3 lp/4 \\ A(x) < 0,25 \text{ AMP} & , A(x) > 0,75 \text{ AMP} \end{array} \right\} \Rightarrow a_{-1}(j) = 0 \quad (6)$$

15 et si $\left\{ \begin{array}{l} lp/4 < x < 3 lp/4 \\ 0,25 \text{ AMP} < A(x) < 0,75 \text{ AMP} \end{array} \right\} \Rightarrow a_{-1}(j) = 1$

On sait représenter une position quelconque de la tête TEL en regard de la face du disque qui lui est associée par une adresse quantifiée en demi-pas (demi-largeur de piste) ; Ainsi
 20 si l'on suppose que le numéro d'ordre j est égal à 124 (on suppose donc que la tête se déplace de la piste 124 à la piste 125), si $x < lp/4$, c'est-à-dire si $A(x)$ est inférieur à S_1 , on considère que la tête TEL occupe la position 124.

Si $x > 3 lp/4$, c'est-à-dire si $A(x)$ est supérieur à S_2 ,
 25 la tête TEL occupe la position 125.

Si $lp/4$ inférieur à x lui-même inférieur à $3 lp/4$ on convient de dire que la tête occupe la position $124 + \frac{1}{2}$.

Dans ces conditions, la position de la tête TEL sur le disque est exprimée par l'adresse ADL_j telle que

30 $ADL_j = a_{-1}(j) \cdot 2^{-1} + a_0(j) \cdot 2^0 + a_1(j) \cdot 2^1 + \dots + a_n(j) \cdot 2^n$

avec les $a_1(j), a_2(j), \dots, a_n(j) \in \{0,1\}$ (7)
 poids $2^{-1} = lp/2$

Si, ainsi qu'il a été écrit plus haut, la position finale occupée par la tête TEL est telle que celle-ci est positionnée à cheval sur l'axe magnétique Ax_f de la piste d'adresse

AD_f , avec :

$$AD_f = 1 \cdot 2^{-1} + a_0(f) \cdot 2^0 + \dots + a_n(f) \cdot 2^n$$

avec $a_0(f), a_1(f), \dots, a_n(f)$ appartenant
 40 à $\{0,1\}$ (8)

On peut calculer, sous forme binaire, l'écart

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 &= AD_f - ADL_j, \text{ exprimé en demi-pas, de la manière suivante :} \\ \mathcal{E}_1 &= \mathcal{E}_{1-1}(j) \cdot 2^{j-1} + \mathcal{E}_{10}(j) \cdot 2^0 + \mathcal{E}_{11}(j) \cdot 2^1 + \dots + \mathcal{E}_{1n}(j) \cdot 2^n \\ \text{avec } \mathcal{E}_{1i}(j) &\in \{0,1\} \end{aligned} \quad (9)$$

05 La précision de détermination de la position de la tête et de l'écart $\mathcal{E}_1$ est égale à $lp/2 = q$.

Le calculateur de vitesse CALVIT comprend (voir figure 7)

- la mémoire circulante MEMOCIRC,
- 10 - le soustracteur-diviseur SUBDIV,
- le dispositif de blocage BLOC.

La mémoire circulante MEMOCIRC reçoit toutes les T secondes l'adresse $ADL(nT + k_0 T)$ et délivre l'adresse $ADL(nT)$ au soustracteur diviseur SUBDIV. Celui-ci reçoit également
15 l'adresse $ADL(nT + k_0 T)$. La mémoire circulante conserve toutes les valeurs de l'adresse lue entre les instants (nT) et $(nT + k_0 T)$, c'est-à-dire les adresses $ADL(nT)$, $ADL(nT + T)$, $ADL(nT + 2T)$, $ADL(nT + k_0 T)$. Le soustracteur-diviseur SUBDIV calcule la vitesse v_m en déterminant la différence
20 $ADL(nT + k_0 T) - ADL(nT)$ et en la divisant par la quantité $k_0 T$ (opérations effectuées à chaque instant d'échantillonnage, c'est-à-dire toutes les T secondes).

Le dispositif de blocage BLOC bloque la valeur de
25 $v_m = ADL(nT + k_0 T) - ADL(nT) / k_0 T$ pendant un intervalle de temps égal à T secondes.

La détermination du retard moyen d'estimation θ qui est illustrée par la figure 9, est basée sur le principe suivant : l'intervalle de temps qui sépare les instants nT et $nT + k_0 T$, soit un intervalle de temps égal à $k_0 T$ est suffisamment faible
30 (quelques milli-secondes) pour que l'on puisse considérer que la variation de vitesse réelle v de la tête TEL pendant cet intervalle de temps, est linéaire en fonction du temps. La courbe de variation correspondante est la courbe T_4 montrée à la figure 9. On désigne respectivement par $t_0, t_1, t_2, t_3, t_4,$
35 t_5, t_6 etc..... les instants $nT, nT + T, nT + 2T, nT + 3T, nT + 4T, nT + 5T, nT + 6T,$ etc..... et on suppose que k_0 est égal à 4.

A l'instant t_4 le soustracteur-diviseur SUBDIV calcule la grandeur $v_{m1} = (ADL(nT + 4T) - ADL(nT)) / 4T$. Cette grandeur
40 est bloquée pendant T secondes par le dispositif de blocage BLOC

soit entre les instants t_4 et t_5 . A l'instant t_5 on calcule la grandeur $(ADL(nT + 5T) - ADL(nT + T)) / 4T = v_{m2}$, grandeur que l'on bloque pendant T secondes entre les instants t_5 et t_6 . De même à l'instant t_6 on calcule la grandeur

05 $v_{m3} = (ADL(nT + 6T) - ADL(nT + 2T)) / 4T$

que l'on bloque pendant T secondes entre les instants t_5 et t_6 .

Les grandeurs v_{m1} , v_{m2} , v_{m3} représentent donc les vitesses mesurées aux instants t_4 , t_5 , t_6 . Il est clair que le processus de détermination de la vitesse mesurée v_m est identique à celui

10 qui vient d'être décrit, aussi bien pour les instants antérieurs à t_4 que pour les instants postérieurs à t_6 . La courbe représentative de la variation de la vitesse mesurée v_m en fonction du temps est la courbe T_5 . La variation de la vitesse moyenne v_m a pour courbe représentative T_6 .

15 Du fait de l'évolution linéaire de la vitesse réelle v en fonction du temps, la vitesse v_m mesurée de la façon indiquée ci-dessus aux instants t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , etc.....est égale à la vitesse réelle v mesurée à l'instant $(nT + k_0 T/2)$. (voir figure 9 et comparer les courbes T_4 et T_5). Ainsi la vitesse mesurée à l'instant t_4 est égale à la vitesse réelle à l'instant t_2 avec $t_2 = (t_4 + t_0)/2 = t_0 + (t_4 - t_0)/2 = t_0 + k_0 T/2$
 $= t_0 + 2T$.

Ceci résulte du fait que lorsque la vitesse évolue linéairement en fonction du temps, la vitesse moyenne entre deux
 25 instants déterminés est elle-même égale à la vitesse mesurée au milieu de l'intervalle de temps séparant ces dits instants. Comme la valeur de la vitesse moyenne $\bar{v}_m$ est bloquée pendant T secondes, il ressort clairement de l'examen de la figure 9 que le retard d'estimation moyen θ est égal à
 30 $k_0 T/2 + T/2 = (k_0 + 1) T/2$.

La valeur optimum de k_0 est déterminée de la manière suivante :

- on sait que $v_m = lq/k_0 T$ et que la précision de détermination de la quantité lq est égale à q .

35 Il en résulte qu'il existe une erreur appelée "erreur de quantification" ϵ_q dans la détermination de la vitesse mesurée v_m égale à $q/k_0 T$. A cette erreur de quantification, on doit ajouter une erreur ϵ_θ due au retard moyen d'estimation

$$\theta = (k_0 + 1) T/2. \text{ On a } |\epsilon_\theta| = |\gamma| \theta$$

40 (En effet on a $\gamma = dv/dt$, soit $dv = \gamma dt$).

Si l'on définit une fonction Q appelée "fonction de coût" telle que l'on ait $Q = \xi_q + \xi_\theta$ on voit, en dérivant cette fonction, qu'il existe une valeur $k_0 = 1/T \times \sqrt{2q/|\delta|}$ (10) qui minimise la fonction de coût Q . On trouve que $k_0 = 4$, dans

05 l'exemple de réalisation décrit ici.

REVENDICATIONS

1 - Procédé pour déplacer un système mobile par rapport à un support d'informations enregistrées sur une pluralité de pistes dont les adresses sont écrites sur le support à l'intérieur d'une pluralité de zones de référence, en nombre au moins égal à celui des pistes, chaque piste étant associée à au moins une zone, le système étant mû par un moteur électrique et comportant au moins une tête de lecture des informations qui est déplacée d'une piste de départ à une piste d'arrivée d'adresse AD_f , les adresses des pistes lues par la tête lors du déplacement étant désignées par ADL_j , caractérisé en ce que :

- 1) on calcule, à des instants d'échantillonnage déterminés, une accélération de consigne γ_c en fonction de l'adresse ADL_j lue à ces mêmes instants.
- 2) on mesure l'accélération $\tilde{\gamma}$ du système
- 3) on compare les accélérations γ_c et $\tilde{\gamma}$
- 4) on commande le moteur en fonction du résultat de la comparaison entre γ_c et $\tilde{\gamma}$.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, aux dits instants d'échantillonnage,

- a) on calcule l'écart $\epsilon_1 = AD_f - ADL_j$
- b) on détermine une fonction $f(\epsilon_1)$ non linéaire de ϵ_1
- c) on calcule la vitesse v du système en fonction de la différence des adresses lues par la tête à des instants d'échantillonnage séparés par des intervalles de temps déterminés
- d) on calcule l'accélération de consigne γ_c proportionnellement à la somme $(f(\epsilon_1) - v)$

3 - Dispositif de mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 ou 2 comprenant un générateur d'alimentation en tension et /ou courant du moteur, un circuit de gestion des adresses délivrant l'adresse AD_f , un circuit de détermination de l'adresse lue ADL_j , caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens ACCEL de calcul de l'accélération de consigne γ_c recevant les adresses AD_f et ADL_j délivrées respectivement par le circuit de gestion des adresses et le circuit de détermination de l'adresse lue
- des moyens MES de mesure de l'accélération $\tilde{\gamma}$ du

dit système mobile SYSMOB

- un comparateur COMP effectuant la comparaison entre l'accélération de consigne γ_c et l'accélération mesurée $\tilde{\gamma}$.

05 Le signal de sortie du comparateur commandant le dit générateur d'alimentation.

4 - Dispositif selon la revendication 3 caractérisé en ce que les moyens ACCEL de calcul de l'accélération de consigne comprennent :

10 - un soustracteur SOUS recevant les adresses ADL_j et AD_f et calculant l'écart d'adresses ξ_1 .

- un générateur GF de la fonction $f(\xi_1)$

15 - un calculateur CALVIT recevant l'adresse ADL_j envoyée par le dit circuit de détermination de l'adresse et déterminant la vitesse mesurée $\tilde{v}_m$ du système mobile en fonction des adresses $ADL(nT + k_o T)$ et $ADL(nT)$ lues aux instants d'échantillonnage $(nT + k_o T)$ et nT , n et k_o étant des nombres entiers, T étant l'intervalle de temps séparant deux instants successifs d'échantillonnage

20 - un additionneur ADDIT effectuant la somme $(-v_m + f(\xi_1))$, exprimée sous forme binaire

- un convertisseur digital-analogique recevant le signal délivré par l'additionneur ADDIT et délivrant la somme $(-v_m + f(\xi_1))$ sous forme de signal analogique .

25 - un dispositif COMPRET de compensation du retard moyen d'estimation de la vitesse mesurée v_m par rapport à la vitesse v du système mobile délivrant un signal analogique γ_F proportionnel à l'accélération mesurée $\tilde{\gamma}$

30 - un additionneur ADD recevant la somme analogique $-v_m + f(\xi_1)$ et le signal γ_F et délivrant l'accélération de consigne γ_c au comparateur COMP.

5 - Dispositif selon l'une des revendications 3 ou 4 caractérisé en ce que le calculateur CALVIT comprend :

35 - une mémoire circulante MEMOCIRC recevant l'adresse ADL_j envoyée par le circuit CIRCAD et conservant toutes les valeurs de l'adresse lue à tous les instants d'échantillonnage compris entre les instants (nT) et $(nT + k_o T)$

40 - un soustracteur-diviseur recevant les adresses $ADL(nT)$ délivrées par la Mémoire circulante MEMOCIRC et $ADL(nT + k_o T)$ envoyée par le circuit CIRCAD et calculant la vitesse mesurée v_m égale à la différence entre les adresses $ADL(nT + k_o T)$ et

$ADL(nT)$ divisée par la quantité $k_o T$.

- un dispositif de blocage BLOC pour bloquer la valeur de la vitesse v_m pendant un intervalle de temps égal à l'intervalle séparant deux instants d'échantillonnage.

05 6 - Dispositif selon l'une des revendications 3, 4 ou 5, caractérisé en ce que les adresses des pistes étant écrites sur le support dans un premier code binaire le circuit CIRCAD de détermination de l'adresse lue ADL_j comprend :

10 - un circuit GS à seuils transformant la suite d'impulsions analogiques délivrées par la tête de lecture en une suite d'impulsions logiques constituant l'adresse ADG_j exprimée dans le dit premier code

 - un registre-transcodeur TRANSCOD transformant l'adresse ADG_j en l'adresse ADL_j exprimée dans un second code binaire

15 - un générateur d'échantillonnage délivrant des impulsions d'échantillonnage permettant de déterminer les dits instants d'échantillonnage, et commandant le registre TRANSCOD de telle sorte que celui-ci délivre les adresses ADL_j , à ces mêmes instants aux Moyens ACCEL de calcul de l'accélération de consigne γ_c .

FIG.1a

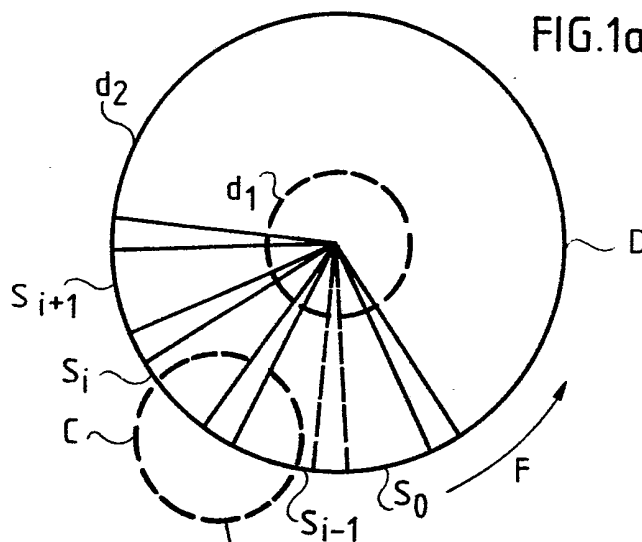


FIG.1b

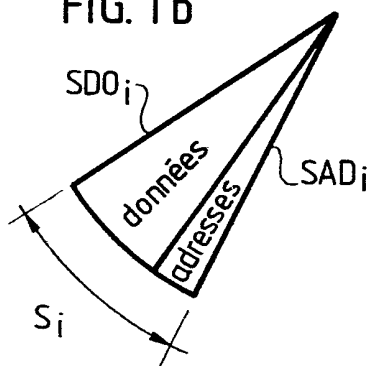


FIG.1c

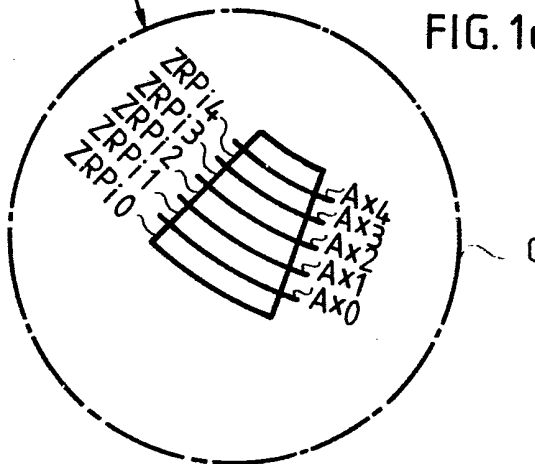


FIG.1d

			Ax4
lp	données piste 3	Adresse Piste 4	TEL
	secteur Si	+information position	
lp	données piste 2	Adresse Piste 3	Ax3
	secteur Si	+information position	Ax2
	données piste 1	Adresse Piste 2	Ax1
	secteur Si	+information position	Ax0
	données piste 0	Adresse Piste 1	
	secteur Si		
		Adresse Piste 0	ZRPi0

FIG.1e

0	0	1	0	0	0	0	1	1	ZRPi125
0	0	1	0	0	0	0	1	0	ZRPi124

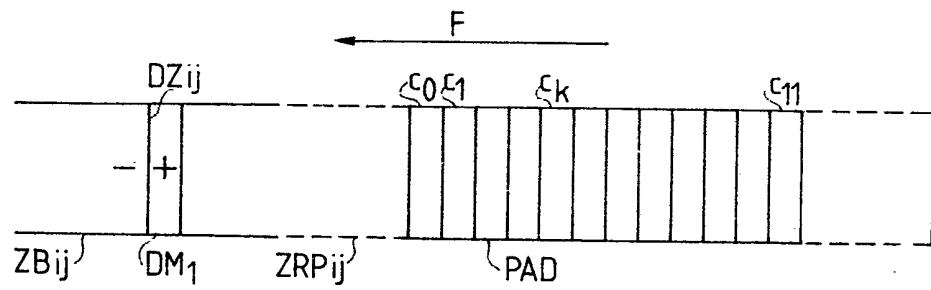


FIG. 2a

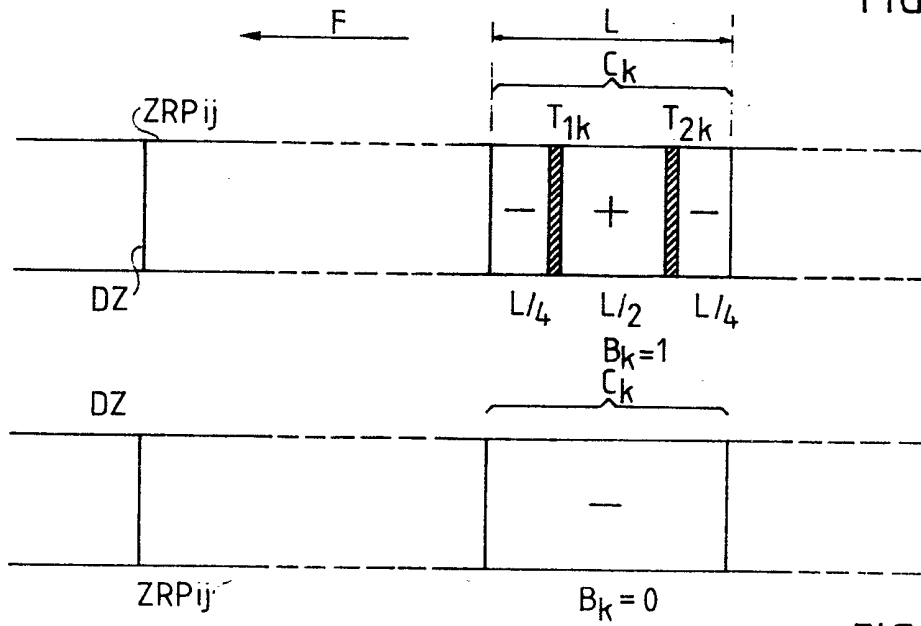


FIG. 2b

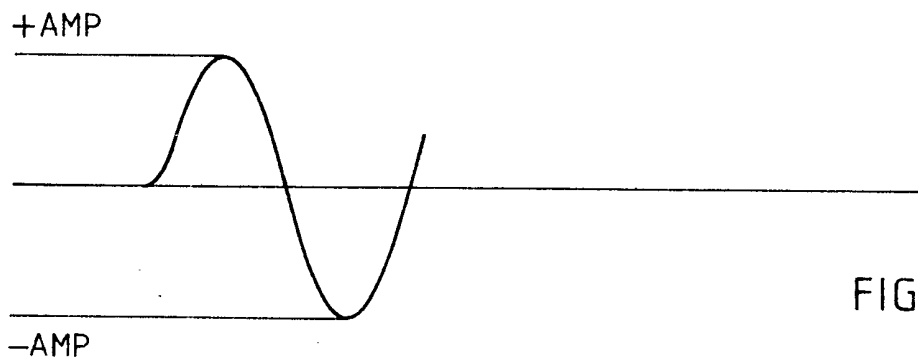
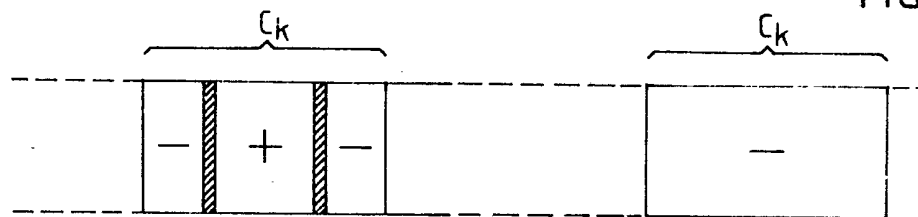


FIG. 2c

FIG. 2

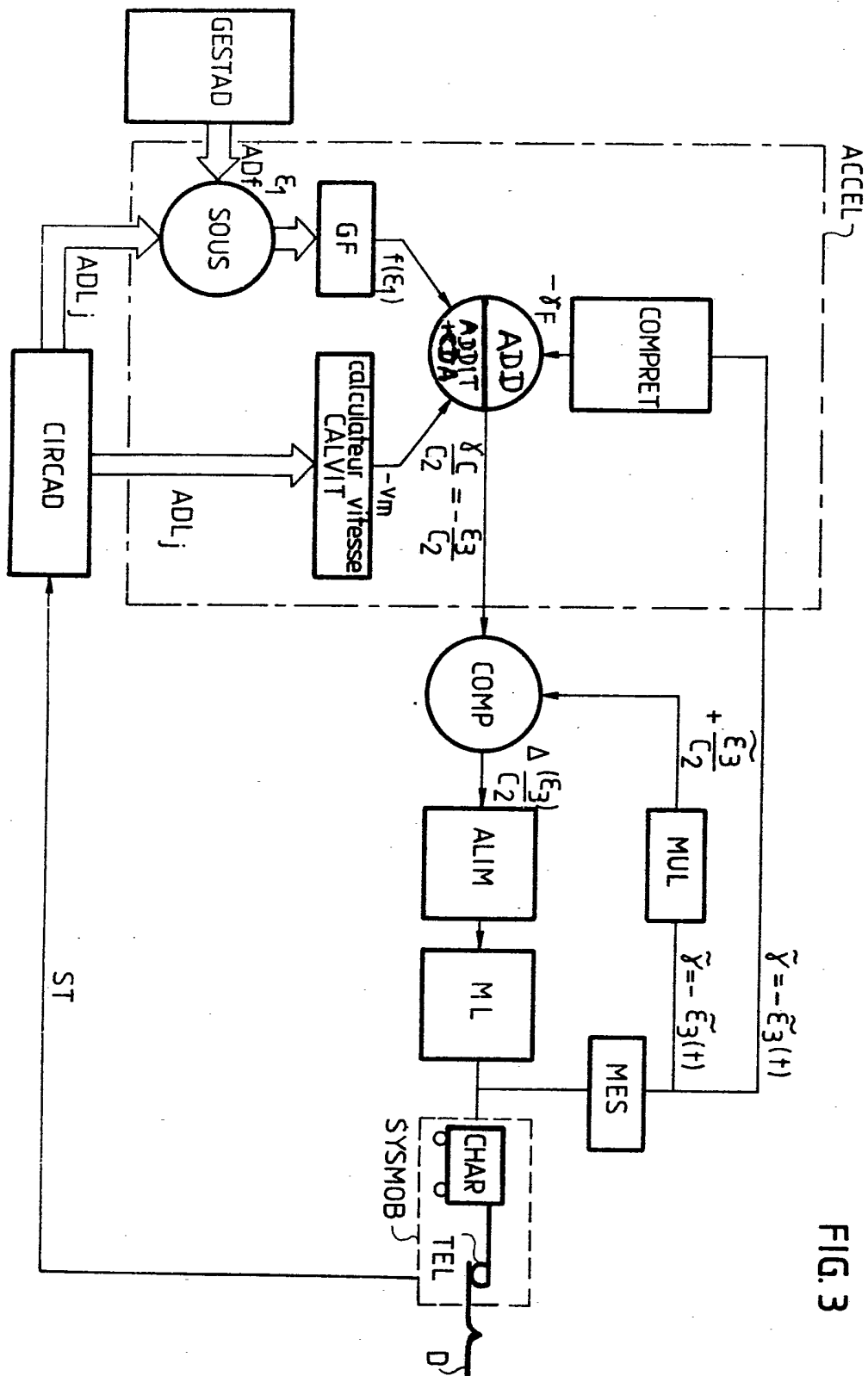
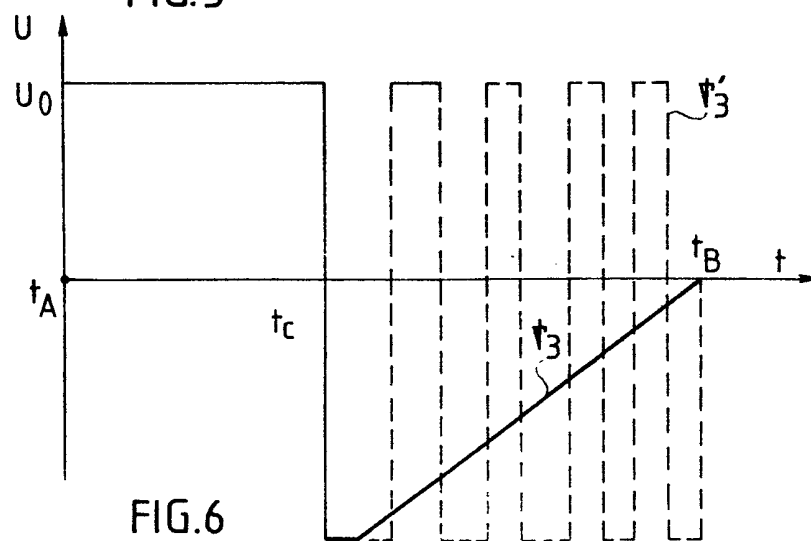
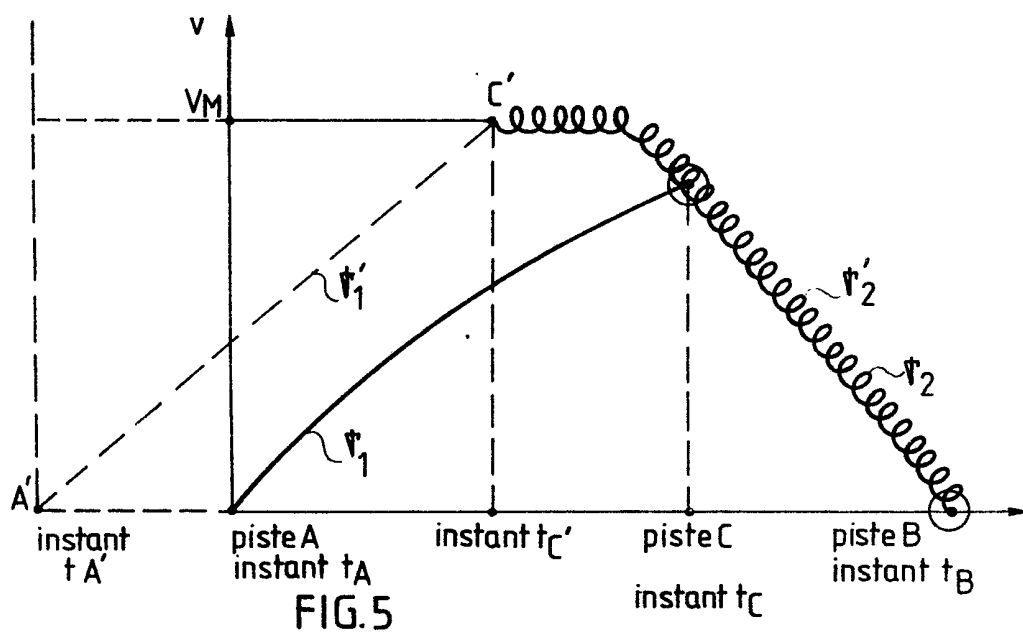
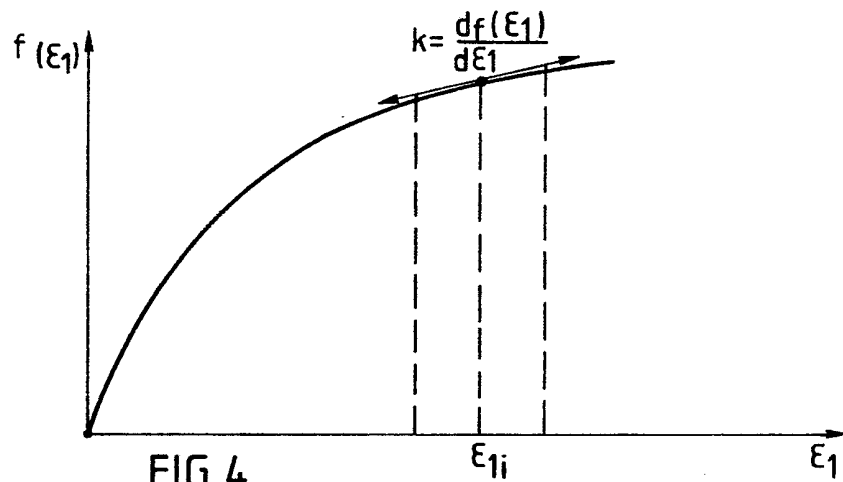


FIG. 3



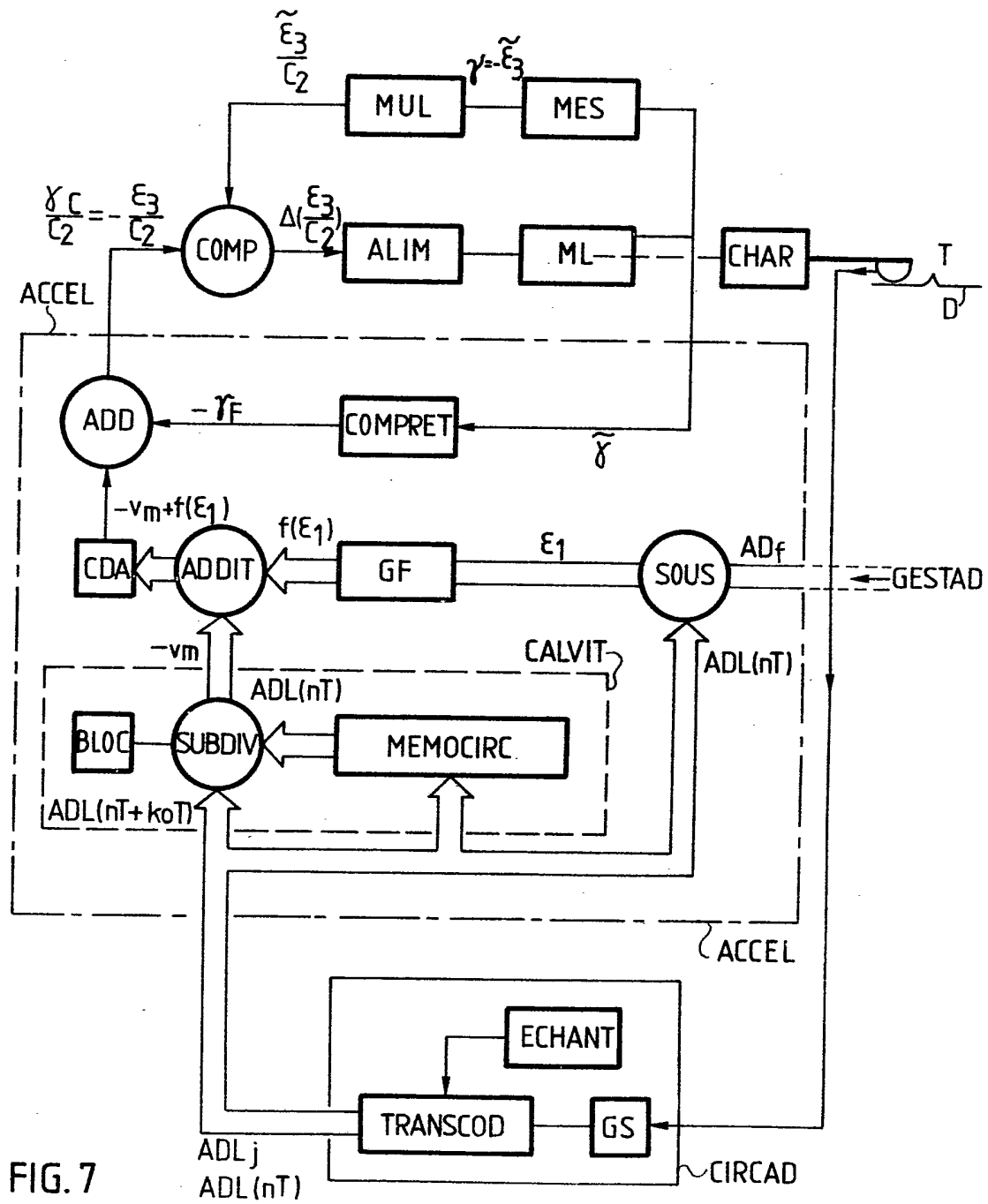


FIG. 7

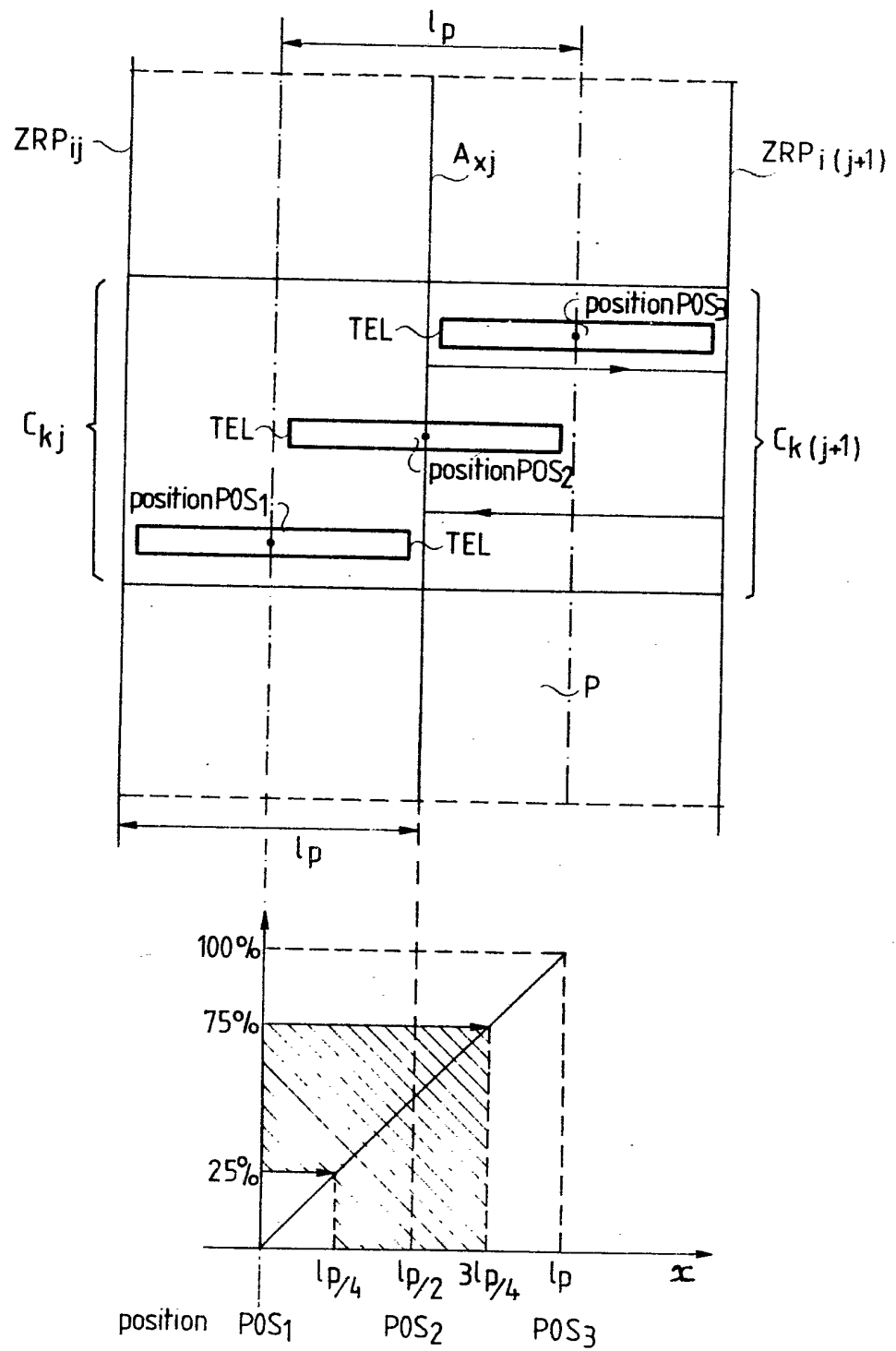
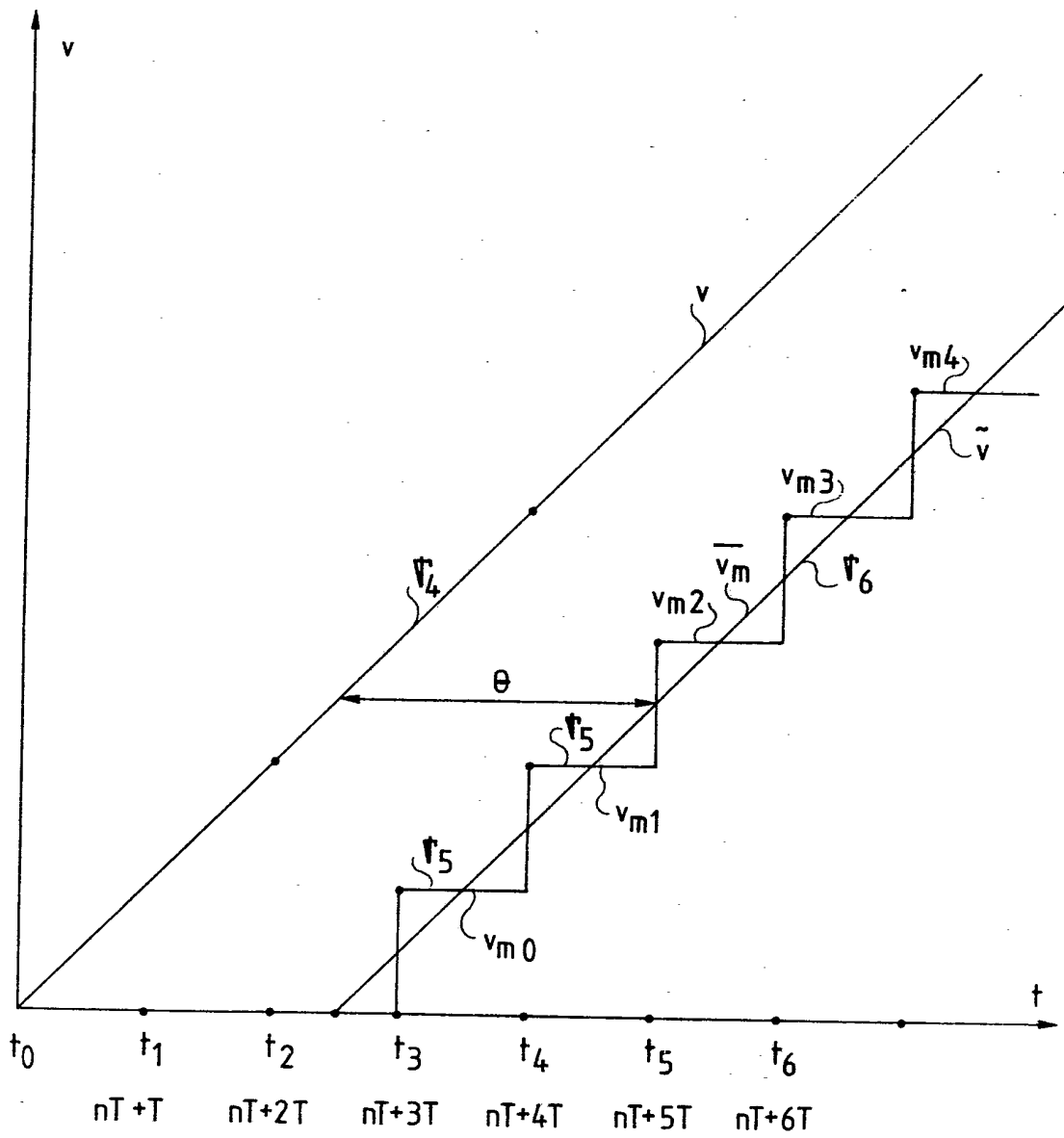


FIG. 8



$$\theta = \frac{k_0}{2} T + \frac{T}{2} = (k_0 + 1) \frac{T}{2}$$

FIG. 9