(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 805 382**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **00 02264**

(51) Int Cl[7] : **G 11 B 7/08**

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 23.02.00.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 24.08.01 Bulletin 01/34.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

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

(71) **Demandeur(s) :** *STMICROELECTRONICS SA Société anonyme* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** GRAFFOULIERE PHILIPPE.

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

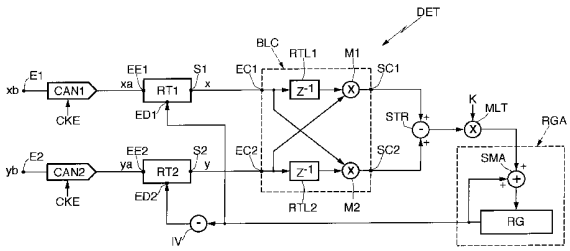
(74) **Mandataire(s) :** CASALONGA ET JOSSE.

(54) PROCEDE ET DISPOSITIF DE DETERMINATION DE LA RELATION TEMPORELLE ENTRE DES SIGNAUX, EN PARTICULIER POUR LE CONTROLE DU POSITIONNEMENT D'UN SPOT LASER SUR UNE PISTE D'UN DISQUE NUMERIQUE MULTIFONCTIONS.

(57) Pour déterminer la relation temporelle entre deux signaux, on échantillonne chaque signal (xb, yb), on retarde chaque signal échantillonné (xa, ya) d'un retard adaptable et on adapte les retards jusqu'à obtenir un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés (x, y).

Cette adaptation est basée sur la parité de la fonction d'intercorrélation entre les deux signaux retardés (x, y).

Application au contrôle de l'erreur de positionnement d'un spot laser sur la piste d'un disque DVD.



FR 2 805 382 - A1

Procédé et dispositif de détermination de la relation temporelle entre des signaux, en particulier pour le contrôle du positionnement d'un spot laser sur une piste d'un disque numérique multifonctions.

L'invention concerne la détermination de la relation temporelle entre des signaux, telle que la détermination de l'écart temporel entre deux signaux temporellement décalés et la détermination des retards respectifs de quatre signaux, notamment mais non exclusivement pour le contrôle du positionnement d'un faisceau optique incident sur une piste d'un support d'informations contenues dans ladite piste et mobile en rotation, par exemple une piste d'un disque numérique multifonctions (disque DVD : "Digital Versatile Disc"), stockant de façon comprimée des données d'image.

Un disque numérique comporte une seule piste en spirale dont le relief est représentatif des informations binaires stockées sur la piste du disque. On éclaire par un faisceau optique incident, par exemple un spot laser, la piste du disque et plusieurs photodétecteurs, par exemple quatre, détectent la réflexion du faisceau lumineux sur le disque.

Le capteur optique formé des photodétecteurs délivre alors quatre signaux élémentaires respectivement délivrés par les quatre photodétecteurs, ainsi qu'un signal global, ou signal utile, égal à la somme des quatre signaux élémentaires, signal utile d'où l'on extrait les informations binaires lues sur la piste.

L'asservissement du faisceau optique sur la piste du disque mobile en rotation s'effectue exclusivement à partir des quatre signaux élémentaires délivrés par les photodétecteurs. Plus précisément, on somme les signaux par paires, de façon à former deux signaux que l'on

égalise dans un égaliseur analogique avant de les mettre en forme, par comparaison avec un seuil, dans deux comparateurs. Les deux signaux ainsi mis en forme sont mutuellement déphasés, c'est-à-dire qu'ils présentent un écart temporel mutuel, si le spot laser ne se situe pas sur la piste. On détecte alors la différence de phase entre ces deux signaux, différence de phase qui correspond à l'erreur de positionnement du faisceau par rapport à la piste. Cette erreur de positionnement est alors utilisée classiquement dans une boucle d'asservissement pour modifier le système optique incident et ramener et asservir le faisceau optique sur la piste.

Un tel dispositif de l'art antérieur comporte un nombre important de composants analogiques, ce qui est relativement pénalisant d'un point de vue encombrement. Par ailleurs, lorsque la technologie évolue, la modification et la réalisation des nouveaux composants du dispositif nécessitent un temps de conception et de réalisation important.

Pour remédier à ces inconvénients, il a été proposé par la demanderesse, notamment dans la demande de brevet français n° 9903237, de déterminer les transitions des signaux par rapport à un seuil prédéterminé, et d'utiliser ces transitions pour en déduire l'écart temporel mutuel entre ces deux signaux.

L'invention vise à apporter une solution encore différente à ce problème en s'affranchissant notamment de la détection de transitions de signaux par rapport à un seuil prédéterminé, tout en améliorant d'une façon générale la précision de la détermination de l'écart temporel entre des signaux temporellement décalés, par rapport à une solution analogique classique.

L'invention propose donc un procédé de détermination de l'écart temporel entre deux signaux élémentaires temporellement décalés, dans lequel on échantillonne chaque signal élémentaire, on retarde chaque signal élémentaire échantillonné d'un retard adaptable, et on adapte successivement, à la fréquence d'échantillonnage, l'un au moins des retards adaptables jusqu'à satisfaire la condition d'obtention d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés. La valeur finale d'adaptation du retard lors de la satisfaction de ladite condition est alors directement reliée à l'écart temporel entre les deux signaux élémentaires

échantillonnés, par conséquent entre les deux signaux élémentaires.

L'invention est notamment remarquable en ce sens qu'elle prévoit une solution entièrement numérique qui utilise comme base de départ l'intégralité des signaux échantillonnés, et non pas les seules transitions de ces signaux par rapport à un seuil prédéterminé.

Un tel procédé s'applique avantageusement mais non limitativement au contrôle du positionnement d'un faisceau optique incident sur une piste d'un support d'informations contenues dans ladite piste et mobile en rotation, procédé de contrôle dans lequel on capte le faisceau réfléchi par le disque au moyen d'un capteur optique comportant quatre photodétecteurs délivrant respectivement quatre signaux élémentaires et on détermine l'erreur de positionnement du faisceau par rapport à la piste à partir des signaux élémentaires.

Selon une caractéristique générale du procédé de contrôle selon l'invention, on détermine par le procédé évoqué ci-avant de détermination de l'écart temporel entre deux signaux, d'une part l'écart temporel entre deux signaux élémentaires issus de deux photodétecteurs situés d'un même côté du capteur par rapport à un axe de symétrie du capteur passant par son centre et sensiblement perpendiculaire à la piste et, d'autre part l'écart temporel entre les deux autres signaux élémentaires délivrés par les deux autres photodétecteurs. On calcule alors l'erreur de positionnement à partir des deux valeurs finales d'adaptation du retard ainsi obtenues.

L'invention a également pour objet un procédé de détermination des retards individuels respectifs de quatre signaux élémentaires délivrés par quatre photodétecteurs d'un capteur présentant un centre de symétrie et captant un faisceau lumineux réfléchi par un support mobile en rotation.

Selon une caractéristique générale de l'invention, on échantillonne chaque signal élémentaire et on retarde chaque signal élémentaire échantillonné d'un retard adaptable de façon à obtenir une première paire de signaux retardés correspondant à deux signaux élémentaires issus de deux photodétecteurs situés d'un même côté du capteur par rapport à un axe de symétrie du capteur passant par son centre de symétrie et sensiblement perpendiculaire à la piste, et une deuxième paire de signaux retardés correspondant aux deux autres signaux élémentaires. On somme respectivement les deux signaux retardés de

chaque paire de façon à obtenir respectivement deux signaux retardés supplémentaires. On adapte alors successivement, à la fréquence d'échantillonnage, chaque retard adaptable jusqu'à satisfaire à la fois les trois conditions d'obtention d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés de chaque paire et d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés supplémentaires. Les quatre valeurs finales d'adaptation des quatre retards lors de la satisfaction des trois conditions sont alors directement reliées aux quatre retards individuels des quatre signaux élémentaires. Ces quatre retards correspondent en pratique aux phases respectives de ces signaux par rapport à une référence commune, par exemple un signal de référence qui serait issu du centre du capteur.

Un tel procédé s'applique également avantageusement mais non limitativement au contrôle du positionnement d'un faisceau optique incident sur une piste d'un support d'informations contenu dans ladite piste et mobile en rotation. Là encore, comme indiqué ci-avant, selon ce procédé de contrôle, on capte le faisceau réfléchi par le disque au moyen d'un capteur optique comportant un centre de symétrie et quatre photodétecteurs délivrant respectivement quatre signaux élémentaires et on détermine l'erreur de positionnement du faisceau par rapport à la piste à partir des signaux élémentaires.

Selon une caractéristique générale de l'invention, on détermine, par le procédé défini ci-avant, les retards individuels respectifs des quatre signaux élémentaires délivrés par les quatre photodétecteurs, et on calcule alors l'erreur de positionnement à partir des quatre valeurs des retards ainsi obtenues.

Selon un mode de mise en oeuvre de l'invention, l'adaptation de l'un au moins des retards adaptables associé à deux signaux élémentaires échantillonnés jusqu'à satisfaire la condition d'obtention d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés correspondants, est basée sur l'utilisation de la fonction d'inter-corrélation entre ces deux signaux retardés et sur un rebouclage adaptatif basé sur la parité de cette fonction d'inter-corrélation.

Plus précisément, l'adaptation de l'un au moins des retards adaptables associé à deux signaux élémentaires échantillonnés jusqu'à satisfaire la condition d'obtention d'un écart temporel quasi nul entre les

deux signaux retardés correspondants, comporte :

- le calcul de paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation entre ces deux signaux retardés pour deux valeurs opposées prédéterminées d'écarts temporels entre ces deux signaux retardés (par exemple pour une valeur d'écart temporel égale à une période du signal d'échantillonnage et pour une valeur d'écart temporel égale à l'opposé d'une période du signal d'échantillonnage);

- le calcul des différences successives entre les deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation;

- le calcul de valeurs élémentaires d'adaptations successives à partir des valeurs successives calculées desdites différences;

- l'accumulation de toutes les valeurs élémentaires d'adaptation jusqu'à l'obtention de ladite valeur finale d'adaptation du retard; et

- des adaptations successives de l'un au moins des retards adaptables à partir des valeurs successivement accumulées.

Alors qu'en théorie il suffit d'adapter l'un au moins des deux retards associés à deux signaux, il est préférable d'adapter la valeur de chacun des deux retards adaptables associés à deux signaux élémentaires échantillonnés et ce de façon à retarder temporellement l'un des signaux élémentaires échantillonnés et à avancer l'autre signal élémentaire échantillonné.

L'invention a également pour objet un dispositif de détermination de l'écart temporel entre deux signaux élémentaires temporellement décalés.

Selon une caractéristique générale de l'invention, le dispositif comprend :

- une première paire d'entrées pour recevoir respectivement les deux signaux élémentaires;

- une première paire de moyens d'échantillonnage commandés par un signal d'échantillonnage et respectivement connectés aux deux entrées pour délivrer deux signaux élémentaires échantillonnés;

- une première paire de moyens de retard adaptables respectivement connectés aux sorties des moyens d'échantillonnage, ayant chacun une entrée d'adaptation pour recevoir une commande d'adaptation, ces moyens de retard adaptables étant aptes à délivrer deux

signaux échantillonnés retardés; et

- des moyens d'adaptation, rebouclés entre la sortie des moyens de retard et leur entrée d'adaptation, et aptes à adapter successivement, à la fréquence d'échantillonnage, l'un au moins des retards adaptables jusqu'à satisfaire la condition d'obtention d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés, la valeur finale d'adaptation du retard lors de la satisfaction de ladite condition étant directement reliée à l'écart temporel entre les deux signaux élémentaires échantillonnés, et par conséquent entre les deux signaux élémentaires.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les moyens d'adaptation comportent un bloc d'inter-corrélation apte à calculer, à la fréquence d'échantillonnage, des paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation entre les deux signaux échantillonnés retardés pour deux valeurs opposées prédéterminées d'écarts temporels entre ces deux signaux retardés, et des moyens de contre-réaction, rebouclés entre la sortie du bloc d'inter-corrélation et l'entrée d'adaptation des moyens de retard, ces moyens de contre-réaction comportant :

- un soustracteur apte à effectuer à la fréquence d'échantillonnage, les différences successives entre les deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation;

- des moyens de calcul connectés au soustracteur et aptes à calculer des valeurs élémentaires d'adaptation successives à partir des valeurs successives calculées desdites différences; et

- des moyens d'accumulation aptes à accumuler toutes les valeurs élémentaires d'adaptation, et dont la sortie est reliée aux moyens de retard, de façon à adapter à la fréquence d'échantillonnage, les valeurs des retard de l'un au moins des moyens de retard, à partir des contenus successifs des moyens d'accumulation, jusqu'à la satisfaction de ladite condition, le contenu des moyens d'accumulation étant alors égal à ladite valeur finale d'adaptation.

Un tel dispositif s'applique avantageusement au contrôle du positionnement d'un faisceau optique incident sur une piste d'un support d'informations contenu dans ladite piste et mobile en rotation. A cet égard, l'invention a également pour objet un dispositif de contrôle d'un tel

positionnement, ce dispositif comprenant un capteur pour capter le faisceau réfléchi par le disque et comportant quatre photodétecteurs délivrant respectivement quatre signaux élémentaires, et des moyens de détermination de l'erreur de positionnement des faisceaux par rapport à la piste à partir des signaux élémentaires.

Selon une caractéristique générale de l'invention, les moyens de détermination de l'erreur de positionnement comprennent un premier dispositif tel que défini ci-avant de détermination de l'écart temporel entre deux signaux élémentaires temporellement décalés, ce premier dispositif étant apte à recevoir sur ses deux entrées deux signaux élémentaires issus de deux photodétecteurs situés d'un même côté du capteur par rapport à un axe de symétrie du capteur passant par son centre et sensiblement perpendiculaire à la piste.

Le dispositif de contrôle comporte par ailleurs un deuxième dispositif tel que défini ci-avant, apte à recevoir sur ses deux entrées les deux autres signaux élémentaires issus des deux autres photodétecteurs.

Le dispositif de contrôle selon l'invention comporte enfin des moyens de calcul de l'erreur de positionnement reliés aux sorties des moyens d'accumulation respectifs des deux dispositifs.

L'invention a encore pour objet un dispositif de détermination des retards individuels respectifs de quatre signaux élémentaires délivrés par quatre photodétecteurs d'un capteur présentant un centre de symétrie et captant un faisceau lumineux réfléchi par un support mobile en rotation.

Selon une caractéristique générale de l'invention, ce dispositif comprend :

- une première paire d'entrées pour recevoir respectivement deux signaux élémentaires issus de deux photodétecteurs situés d'un même côté du capteur par rapport à un axe de symétrie du capteur passant par son centre et sensiblement perpendiculaire à la piste;

- une deuxième paire d'entrées pour recevoir respectivement les deux autres signaux élémentaires;

- une première paire de moyens d'échantillonnage commandés par un signal d'échantillonnage et connectés à la première paire d'entrées pour délivrer une première paire de signaux échantillonnés;

- une deuxième paire de moyens d'échantillonnage commandés

par le signal d'échantillonnage et connectés à la deuxième paire d'entrée pour délivrer une deuxième paire de signaux échantillonnés;

- une première paire de moyens de retard adaptables connectés aux sorties de la première paire de moyens d'échantillonnage, ces moyens de retard ayant chacun une entrée d'adaptation pour recevoir une commande d'adaptation, ces moyens de retard étant aptes à délivrer une première paire de signaux échantillonnés retardés;

- une deuxième paire de moyens de retard adaptables connectés à la sortie de la deuxième paire de moyens d'échantillonnage, ayant chacun une entrée d'adaptation pour recevoir une commande d'adaptation, et aptes à délivrer une deuxième paire de signaux échantillonnés retardés;

- des moyens de sommation pour sommer respectivement les deux signaux retardés de chaque paire de façon à obtenir respectivement deux signaux échantillonnés retardés supplémentaires; et

- des moyens d'adaptation, rebouclés entre la sortie des moyens de retard et leur entrée d'adaptation, et aptes à adapter à la fréquence d'échantillonnage chaque retard adaptable jusqu'à satisfaire à la fois les trois conditions d'obtention d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés de chaque paire et d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés supplémentaires, les quatre valeurs finales d'adaptation des quatre retards lors de la satisfaction de ces conditions étant alors directement respectivement reliées aux quatre retards individuels des quatre signaux élémentaires.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les moyens d'adaptation comprennent :

- un premier bloc d'inter-corrélation apte à calculer, à la fréquence d'échantillonnage, des paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation entre la première paire de signaux retardés pour deux valeurs opposées prédéterminées d'écart temporel entre ces deux signaux retardés;

- un deuxième bloc d'inter-corrélation apte à calculer, à la fréquence d'échantillonnage, des paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation entre la deuxième paire de signaux retardés pour deux valeurs opposées prédéterminées d'écart temporel entre ces deux signaux retardés;

- un troisième bloc d'inter-corrélation apte à calculer, à la fréquence d'échantillonnage, des paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation entre les deux signaux retardés supplémentaires pour deux valeurs opposées prédéterminées d'écart temporel entre ces deux signaux retardés supplémentaires; et

- des moyens de contre-réaction, rebouclés entre la sortie des blocs d'inter-corrélation et l'entrée d'adaptation de chaque moyen de retard, ces moyens de contre-réaction comportant :

- des premier, deuxième et troisième soustracteurs, respectivement connectés aux sorties des premier, deuxième et troisième blocs d'inter-corrélation, et respectivement aptes à effectuer, à la fréquence d'échantillonnage, les différences successives entre les deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation délivrées par le bloc d'inter-corrélation correspondant;

- des moyens de calcul reliés aux trois soustracteurs et aptes à calculer des quadruplets successifs de valeurs élémentaires d'adaptation à partir des valeurs successives calculées desdites différences;

- une première paire de deux registres d'accumulation connectés entre les sorties des premier et troisième soustracteurs, par l'intermédiaire des moyens de calcul, et les entrées d'adaptation de la première paire de moyens de retard;

- une deuxième paire de deux registres d'accumulation connectés entre les sorties des deuxième et troisième soustracteurs, par l'intermédiaire des moyens de calcul, et les entrées d'adaptation de la deuxième paire de moyens de retard.

Les quatre registres sont alors aptes à respectivement accumuler tous les quadruplets respectifs de valeurs élémentaires d'adaptation, de façon à respectivement adapter, à la fréquence d'échantillonnage, les valeurs des retards des quatre moyens de retard, à partir des contenus successifs respectifs des quatre registres jusqu'à la satisfaction desdites trois conditions, les contenus des registres de la première paire et de la deuxième paire étant alors respectivement égaux aux quatre valeurs finales d'adaptation respectivement directement reliées aux retards individuels respectifs des signaux élémentaires des première et deuxième paires.

Lorsqu'un tel dispositif est appliqué au contrôle du positionement d'un faisceau optique incident sur une piste d'un support d'informations contenu dans ladite piste et mobile en rotation, les moyens de détermination de l'erreur de positionnement d'un tel dispositif de contrôle comportent un dispositif tel que défini ci-avant de détermination des retards individuels respectifs de quatre signaux élémentaires, apte à recevoir les quatre signaux élémentaires issus des quatre photodétecteurs du capteur. Il est en outre prévu des moyens de calcul de l'erreur de positionnement reliés aux sorties des quatre registres d'accumulation du dispositif.

Les deux valeurs opposées prédéterminées d'écarts temporels utilisées pour le calcul des deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation, sont respectivement égales à une période du signal d'échantillonnage et à l'opposé de cette période.

Chaque bloc d'inter-corrélation comporte alors, selon un mode de réalisation du dispositif selon l'invention :

- deux bornes d'entrée destinées à recevoir respectivement deux signaux échantillonnés retardés;

- deux multiplieurs possédant respectivement deux sorties définissant les deux sorties du bloc; deux entrées directement connectées de façon croisée aux bornes d'entrée du bloc; et deux autres entrées respectivement connectées de façon non croisée aux deux bornes d'entrée du bloc par l'intermédiaire de deux moyens de retard élémentaires ayant une valeur de retard égale à la période du signal d'échantillonnage.

Selon un mode de réalisation de l'invention, chaque registre d'accumulation est apte à contenir à chaque cycle du signal d'échantillonnage, un mot numérique dont un nombre prédéterminé de bits de poids forts définissent un nombre entier de périodes d'échantillonnage et dont les bits restants définissent une fraction de période d'échantillonnage. Chaque moyen de retard comporte alors des moyens d'interpolation aptes à réaliser une interpolation, par exemple linéaire, entre ledit nombre entier de périodes d'échantillonnage et le nombre entier de périodes d'échantillonnage suivant, compte tenu de ladite fraction de période d'échantillonnage.

L'invention a également pour objet un lecteur de disque

numérique multi-fonctions (disque DVD), comportant un dispositif tel que celui défini ci-avant.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée de modes de réalisation et de mise en oeuvre, nullement limitatifs, et des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 illustre très schématiquement l'architecture interne d'un dispositif selon l'invention, permettant de déterminer l'écart temporel entre deux signaux temporellement décalés;

- la figure 2 est une application du dispositif de la figure 1, au contrôle du positionnement d'un spot laser sur une piste d'un disque numérique, en particulier un disque DVD;

- la figure 3 illustre très schématiquement l'architecture interne d'un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention, de détermination des retards individuels respectifs de quatre signaux élémentaires;

- la figure 4 est une application du dispositif de la figure 3, au contrôle du positionnement d'un spot laser incident sur une piste d'un disque numérique, en particulier un disque numérique multifonctions; et

- les figures 5 et 6 illustrent très schématiquement le contenu d'un registre d'accumulation et de moyens d'interpolation incorporés dans un moyen de retard adaptable selon l'invention.

Sur la figure 1, la référence DET désigne un dispositif permettant de déterminer l'écart temporel entre deux signaux élémentaires x et y qui sont supposés être mutuellement déphasés, c'est-à-dire temporellement décalés. En d'autre termes, l'un de ces signaux est une copie retardée de l'autre signal. Le dispositif DET va donc permettre de déterminer l'écart temporel ou différence de phase entre ces deux signaux.

Le dispositif DET comporte une paire d'entrées E1, E2, pour recevoir respectivement les deux signaux élémentaires xb et yb. Des convertisseurs analogique-numérique CAN1 et CAN2, cadencés par un signal d'horloge d'échantillonnage CKE, sont respectivement connectés aux deux entrées E1, E2 du dispositif et délivrent deux signaux élémentaires échantillonnés xa et ya.

Une paire de moyens de retards adaptables RT1 et RT2 ont leurs

entrées respectives EE1 et EE2 respectivement connectées aux sorties des convertisseurs analogique-numérique CAN1 et CAN2. Chaque moyen de retard adaptable RT1, RT2 possède une entrée d'adaptation ED1, ED2 susceptible de recevoir une commande d'adaptation pour la modification de la valeur du retard conférée par les moyens de retards RT1 et RT2.

Les sorties S1 et S2 des retards RT1 et RT2 délivrent respectivement deux signaux échantillonnés retardés x et y.

La fonction d'inter-corrélation $\Gamma_{xy}(\tau)$ entre les deux signaux x et y, est définie par la formule (I) :

$$\Gamma_{xy}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\, y(t-\tau)dt \qquad \text{(I)}$$

Lorsque les deux signaux x et y sont mutuellement temporellement décalés d'un écart temporel égal à T (c'est-à-dire que l'un des deux signaux est une copie retardée de l'autre signal), cette fonction d'inter-corrélation présente un maximum pour τ=T.

Par ailleurs, si l'écart temporel T est nul, alors la fonction d'inter-corrélation est paire. En d'autres termes, pour deux valeurs opposées d'écart temporel, les deux valeurs correspondantes de la fonction d'inter-corrélation sont égales. En d'autres termes, si Te désigne la période d'échantillonnage, alors la parité de la fonction d'inter-corrélation se traduit notamment par l'égalité suivante :

$$\Gamma_{xy}(Te) = \Gamma_{xy}(-Te) \qquad \text{(II)}$$

En numérique, la valeur de la fonction d'inter-corrélation pour la période d'échantillonnage Te est définie par la formule (III) ci-dessous :

$$\Gamma_{xy}(Te) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x_{n+1}\, y_n \qquad \text{(III)}$$

tandis que la valeur de la fonction d'inter-corrélation pour la valeur (-Te) est définie par la formule (IV) ci-dessous :

$$\Gamma_{xy}(-Te) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x_n\, y_{n+1} \qquad \text{(IV)}$$

Le dispositif selon l'invention va alors adapter les valeurs des retards des moyens de retards RT1 et RT2 jusqu'à obtenir une fonction

d'inter-corrélation paire entre les deux signaux échantillonnés retardés x et y, c'est-à-dire jusqu'à obtenir un écart temporel quasi nul entre ces deux signaux échantillonnés retardés x et y.

En d'autres termes, les moyens d'adaptation, rebouclés entre les sorties S1 et S2 des moyens de retards RT1 et RT2 et leur entrée d'adaptation ED1 et ED2, vont successivement adapter les valeurs des retards, à la fréquence d'échantillonnage, jusqu'à ce que la différence entre la valeur de la fonction d'inter-corrélation calculée pour la période d'échantillonnage Te et la valeur de la fonction d'inter-corrélation calculée pour l'opposé de cette période d'échantillonnage, et définie par la formule (V) ci-dessous :

$$\Gamma_{xy}(Te) - \Gamma_{xy}(-Te) = \Sigma (x_{n+1}\, y_n - x_n y_{n+1}) \qquad (V)$$

soit quasi nulle.

A la convergence de cette boucle de contre-réaction, c'est-à-dire lorsque ladite différence mentionnée à la formule (V) ci-dessus est quasi nulle (en pratique inférieure à un seuil prédéterminé), les moyens d'accumulation RGA illustrés sur la figure 1, et sur la structure et sur la fonction desquels on reviendra plus en détail ci-après, vont contenir une valeur finale d'adaptation qui est directement reliée à l'écart temporel entre les deux signaux élémentaires xb et yb. Plus précisément, cette valeur finale d'adaptation est égale dans le cas présent à la moitié de l'écart temporel entre les deux signaux xb et yb.

Plus précisément, comme illustré sur la figure 1, les moyens d'adaptation comprennent un bloc d'inter-corrélation BLC apte à calculer, à la fréquence d'échantillonnage, des paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation entre les deux signaux retardés x et y pour, d'une part, la valeur de la période d'échantillonnage et, d'autre part, pour la valeur opposée de cette période d'échantillonnage. Ces deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation, correspondant à deux échantillons des signaux retardés x et y, présents aux deux entrées EC1 et EC2 du bloc BLC, sont délivrées aux sorties SC1 et SC2 du bloc BLC. Si la fréquence d'échantillonnage est égale à 120 MHz, deux échantillons des signaux retardés vont se présenter toutes les 8,33 ns à l'entrée du bloc BLC et, toutes les 8,33 ns, deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation calculées pour Te et -Te, vont être délivrées en sortie du bloc BLC.

Le bloc d'inter-corrélation BLC comporte, outre les deux bornes d'entrées EC1 et EC2, deux multiplieurs M1 et M2 possédant respectivement deux sorties définissant les deux sorties SC1 et SC2 du bloc BLC. Ces deux multiplieurs possèdent par ailleurs deux entrées directement connectées de façon croisée aux bornes d'entrées EC1 et EC2 du bloc, et deux autres entrées respectivement connectées de façon non croisée aux deux bornes d'entrées EC1 et EC2 du bloc par l'intermédiaire de deux moyens de retards élémentaires RTL1 et RTL2, ayant une valeur de retard égale à la période d'échantillonnage Te. Ces moyens de retard élémentaires peuvent être par exemple formés d'une bascule D cadencée par le signal d'échantillonnage CKE.

La différence mentionnée à la formule (V) ci-dessus est effectuée dans un soustracteur STR dont les deux entrées sont reliées aux deux sorties SC1 et SC2 du bloc BLC.

Des moyens de calcul comportant ici un multiplieur MLT connecté à la sortie du soustracteur STR, calculent, à partir des valeurs successives calculées desdites différences, des valeurs élémentaires d'adaptation successives. Plus précisément, une valeur élémentaire d'adaptation est obtenue en multipliant la différence délivrée par le soustracteur par un coefficient K qui permet d'ajuster le gain de la boucle de contre-réaction. A titre indicatif, dans l'exemple décrit ici, K est choisi inférieur à 1.

Cette valeur élémentaire d'adaptation est stockée dans un registre RG après sommation par le contenu précédent du registre RG. Ainsi, la combinaison du registre de stockage RG et du sommateur SMA forme des moyens d'accumulation (ou registre d'accumulation) RGA.

La sortie du registre d'accumulation RGA est connectée sur l'entrée d'adaptation ED1 des moyens de retard RT1 et sur l'entrée d'adaptation ED2 des moyens de retard RT2 par l'intermédiaire d'un inverseur IV.

Ainsi, à la fréquence d'échantillonnage, c'est-à-dire toutes les 8,33 ns dans le cas présent, la valeur des retards de chaque moyen de retard RT1 et RT2 est adaptée en fonction du contenu du registre d'accumulation RGA.

Par ailleurs, dans le cas présent, compte tenu de l'inverseur IV,

la valeur du retard des moyens de retard RT2 est diminuée, tandis que la valeur du retard des moyens de retard RT1 est augmentée. En d'autres termes, on retarde ici davantage le signal échantillonné xa, tandis que l'on avance simultanément le signal échantillonné ya.

Il convient de noter ici que l'intégration de la fonction d'inter-corrélation (le signe Σ dans la formule (V)) est inutile puisque cette intégration est en fait réalisée par la boucle de contre-réaction qui est équivalente à un filtre passe-bas.

Comme illustré sur la figure 5, le registre RG est apte à contenir à chaque cycle du signal d'échantillonnage, un mot numérique dont un nombre prédéterminé n de bits de poids forts BPF, ici n = 4, définissent un nombre entier de périodes d'échantillonnage et dont les bits restants BR définissent une fraction α de période d'échantillonnage.

Dans l'exemple décrit ici, le mot numérique contenu dans le registre RG est un mot de 14 bits dont les 4 bits de poids forts BPF définissent un nombre entier compris entre 0 et 16, et dont les 10 bits restants définissent une fraction de période d'échantillonnage.

Dans l'exemple illustré sur la figure 5, la valeur courante d'adaptation du retard contenu dans le registre RG est égale à 3,5 périodes d'échantillonnage ($n = 3$ et $\alpha = 0,5$).

Chaque moyen de retard comporte alors des moyens d'interpolation aptes à réaliser une interpolation entre le nombre entier de n de périodes d'échantillonnage défini dans le registre RG et le nombre entier de périodes d'échantillonnage suivant n+1, compte tenu de ladite fraction α de période d'échantillonnage contenue dans le registre RG.

A titre indicatif, un exemple de mode de réalisation de moyens d'interpolation contenus dans un moyen de retard, par exemple le moyen de retard RT1, est illustré sur la figure 6.

Ces moyens d'interpolations MIP comportent un nombre prédéterminé de bascules BS susceptibles chacune de retarder d'un échantillon, c'est-à-dire d'une période d'échantillonnage, le signal xa présent à l'entrée EE1 du moyen de retard. Le nombre de bascules est bien entendu prédéterminé compte tenu de la valeur maximale prévisible de l'écart temporel entre les deux signaux d'entrée xa et ya dans l'application envisagée.

Les moyens d'interpolation comportent par ailleurs un premier multiplexeur MUX1 comportant p entrées et une sortie, p étant égal au nombre de bascules BS. Les p entrées du multiplexeur MUX1 sont respectivement reliées à la première extrémité de la chaîne de bascules BS ainsi qu'aux p-1 points intermédiaires de cette chaîne. Ce multiplexeur MUX1 est commandé par le nombre n reçu sur l'entrée d'adaptation ED1 du moyen RT1. Le deuxième multiplexeur MUX2 comporte également p entrées et une sortie. Ce multiplexeur est commandé par le nombre n+1. Les p entrées de ce multiplexeur MUX2 sont respectivement reliées au p-1 points intermédiaires de la chaîne de bascules BS ainsi qu'à la dernière extrémité de cette chaîne de bascules.

D'une façon générale, pour une valeur donnée de n et une valeur donnée de α, le signal retardé x délivré à la sortie S1 du moyen de retard est donné par la formule (VI) ci-dessous :

$$x = (1-\alpha)\ xa\ (n) + \alpha\ xa\ (n+1) \qquad \text{(VI)}$$

On voit donc sur la figure 6 que le multiplexeur MUX1 permet d'obtenir le signal xa (n), c'est-à-dire le signal xa retardé de n périodes d'échantillonnage, tandis que le multiplexeur MUX2 permet d'obtenir le signal xa (n+1), c'est-à-dire le signal xa retardé de n+1 périodes d'échantillonnage.

La valeur de α est également reçue sur l'entrée d'adaptation ED1 du moyen de retard. Cette valeur de α est multipliée dans un multiplieur par la sortie du multiplexeur MUX2. Par ailleurs, la valeur de α augmentée de une unité est multipliée dans un autre multiplieur par la sortie du multiplexeur MUX1. Les sorties des deux multiplieurs sont sommées dans un additionneur dont la sortie est connectée à la sortie S1 du moyen de retard.

On va maintenant décrire en se référant plus particulièrement à la figure 2, un mode de réalisation de l'invention, plus particulièrement applicable au contrôle du positionnement d'un faisceau optique incident sur une piste d'un disque numérique multifonctions (disque DVD).

Plus précisément, le dispositif de contrôle de positionnement selon l'invention, référencé DCLP, et incorporé dans un lecteur de disque DVD, référencé LDVD, comporte un capteur PHD composé de quatre photodétecteurs A,B,C,D.

En pratique, une diode laser émet un faisceau laser qui est dirigé vers la face du disque sur laquelle est gravée la piste contenant les informations, par l'intermédiaire notamment d'une lame séparatrice et d'un système optique classique. Le faisceau réfléchi par le disque traverse alors dans l'autre sens la lame séparatrice et est capté par les quatre photodétecteurs A, B, C, D qui se situent tous les quatre dans un plan parallèle au plan du disque. Chaque photodétecteur délivre un signal que l'on a référencé, à des fins de simplification, par la même lettre que celle affectée au photodétecteur. Le capteur présente une symétrie point par rapport au centre O du capteur. Sur cette figure, la flèche au niveau du capteur indique un sens possible de défilement de la piste. Les signaux A et B sont alors issus de deux photodétecteurs situés d'un même côté du capteur par rapport à l'axe de symétrie vertical (sur la figure 2) du capteur, cet axe de symétrie étant perpendiculaire à la portion de piste.

Puisque le capteur est symétrique, l'écart temporel entre les signaux échantillonnés retardés correspondant aux signaux A et B doit être en théorie nul (si l'erreur de positionnement TE définie ci-dessous est nulle). Il en est de même pour l'écart temporel entre les signaux échantillonnés retardés correspondant aux signaux C et D.

Le dispositif DCLP comporte alors un premier dispositif DET1, tel que celui illustré sur la figure 1 et recevant sur ses deux entrées les signaux A et B.

Le dispositif DCLP comporte par ailleurs un deuxième dispositif DET2 tel que celui illustré sur la figure 1, et recevant sur ses deux entrées les signaux C et D. Le registre d'accumulation RGA1 du dispositif DET1 contient la moitié de l'écart temporel (TA-TB) entre les signaux A et B, tandis que le registre d'accumulation RGA2 du dispositif DET2 contient la moitié de l'écart temporel (TC-TD) entre les deux signaux C et D.

Le dispositif DCLP comporte par ailleurs des moyens de calcul MC destinés, à partir des contenus des registres RGA1 et RGA2 lors de la convergence des boucles correspondantes, à élaborer l'erreur de positionnement TE du faisceau incident par rapport à la piste qui est égale à (TA+TC-TB-TD)V où V désigne la vitesse de rotation de la portion de piste considérée. Cette vitesse de rotation peut être par exemple obtenue à partir du signal global A+B+C+D, en comptabilisant par exemple pour une

fréquence d'échantillonnage de 120 MHz, le nombre de franchissements d'un seuil pris égal à zéro du signal global sur une fenêtre de 88 000 échantillons.

Les moyens de calcul MC se composent alors très simplement d'un additionneur sommant les deux contenus des registres RGA1 et RGA2, suivi d'un multiplieur multipliant la valeur délivrée par l'additionneur par 2V.

On fait maintenant référence plus particulièrement à la figure 3 pour décrire un dispositif DPH permettant de déterminer les retards individuels respectifs TA, TB, TC, TD de quatre signaux élémentaires A, B, C, D tels que ceux issus d'un capteur à quatre photodétecteurs PHD illustré sur la figure 2.

Une condition redondante liée à la symétrie du capteur PHD, s'exprime par le fait que l'écart temporel entre la somme des signaux retardés Ar+Br d'une part, et la somme des signaux retardés Dr+Cr d'autre part, doit être nul.

Le dispositif illustré sur la figure 3 vise alors à adapter les retards définis par les moyens de retard RT1, RT2, RT3 et RT4, conjointement, de façon à satisfaire à la fois les trois conditions suivantes :

- écart temporel quasi nul entre les signaux retardés Ar et Br;
- écart temporel quasi nul entre les signaux retardés Cr et Dr;
- écart temporel quasi nul entre, d'une part, la somme des signaux retardés Ar+Br et, d'autre part, la somme des signaux retardés Cr+Dr.

Pour satisfaire ces trois conditions, on retrouve dans la structure du dispositif DPH des moyens analogues à ceux illustrés dans le dispositif DET de la figure 2.

Plus précisément, les moyens de retard RT1, RT2, RT3 et RT4 ont un structure analogue aux moyens de retard RT1 et RT2 du dispositif DET de la figure 2. Ces moyens de retard sont respectivement reliés aux quatre entrées E1, E2, E3, E4 du dispositif DPH par des convertisseurs analogique-numérique CAN1, CAN2, CAN3 et CAN4. Deux sommateurs SM12 et SM34 délivrent les deux signaux retardés supplémentaires Ar+Br d'une part, et Cr+ Dr d'autre part.

Les moyens d'adaptation du dispositif DPH comportent un premier bloc d'inter-corrélation BLC1 relié aux moyens de retard RT1 et RT2, un deuxième bloc d'inter-corrélation BLC2 relié aux moyens de retard RT3 et RT4 et un troisième bloc d'inter-corrélation relié aux sorties des deux sommateurs SM12 et SM34. Ces blocs BLC1, BLC2 et BLC3 sont structurellement identiques au bloc BLC illustré sur la figure 2.

Chaque bloc BLC1, BLC2, BLC3 est suivi d'un soustracteur STR1, STR2, STR3 qui effectue la différence entre les deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation délivrées par le bloc correspondant.

Des moyens de calcul MCL, reliés aux trois soustracteurs STR1, STR2, STR3, vont calculer, à la fréquence d'échantillonnage, des quadruplets successifs de valeurs élémentaires d'adaptation à partir des valeurs successives calculées des trois différences. Les quatre valeurs de chaque quadruplet vont être respectivement accumulées dans quatre registres d'accumulation RGA1-RGA4, structurellement analogues au regristre d'accumulation RGA de la figure 2. Les sorties respectives de ces registres d'accumulation sont connectés aux entrées d'adaptation respectives des moyens de retard RT1-RT4, de façon à adapter la valeur de chaque retard en fonction du contenu du registre d'accumulation correspondant, jusqu'à la convergence du système, c'est-à-dire jusqu'à obtenir des différences quasi nulles en sortie des soustracteurs STR1-STR3.

Les moyens de calcul MCL comportent ici trois multiplieurs MLT1, MLT2 et MLT3 destinés à multiplier, tout comme dans la figure 2, par un facteur K typiquement inférieur à 1, les différences délivrées par les soustracteurs.

Les moyens de calcul comportent par ailleurs un premier additionneur AD1 dont les deux entrées sont respectivement reliées aux sorties des deux multiplieurs MLT1 et MLT3 et dont la sortie est connectée au registre d'accumulation RG1.

Les moyens MCL comportent un deuxième additionneur (soustracteur) AD2 destiné à soustraire à la valeur délivrée par le multiplieur MLT3, la valeur délivrée par le multiplieur MLT1. La sortie de l'additionneur AD2 est reliée au registre d'accumulation RGA2.

Un troisième additionneur AD3 est destiné à sommer la sortie du

multiplieur MLT2 avec l'opposé de la sortie du multiplieur MLT3 délivré par un inverseur IV. La sortie de l'additionneur AD3 est reliée au registre RGA3.

Enfin, un quatrième additionneur (soustracteur) AD4 est destiné à effectuer la différence entre la sortie de l'inverseur IV et la sortie du multiplieur MLT2. La sortie du soustracteur AD4 est reliée au registre d'accumulation RGA4.

A la convergence du système, les quatre registres d'accumulation RG1-RGA4 contiennent alors quatre valeurs finales d'adaptation TA, TB, TC, TD, qui sont directement égales aux retards individuels respectifs des signaux A, B, C, D, par rapport à une référence commune, par exemple un signal de référence qui serait issu du centre du capteur.

Comme illustré sur la figure 4, le dispositif DPH de la figure 3 peut faire partie d'un dispositif DPLC de contrôle du positionnement d'un faisceau optique incident sur une piste d'un disque DVD. Un tel dispositif peut alors également être incorporé dans un lecteur LDVD de disque numérique multifonctions. Sur cette figure, la flèche au niveau du capteur indique un sens possible de défilement de la piste. Les signaux A et B sont alors issus de deux photodétecteurs situés d'un même côté du capteur par rapport à l'axe de symétrie vertical (sur la figure 4) du capteur, cet axe de symétrie étant perpendiculaire à la portion de piste.

Les quatre signaux A, B, C, D sont issus du photodétecteur PHD et des moyens de calcul MC, reliés aux quatre registres RG1-RG4, déterminent l'erreur de positionnement TE par la formule (VII) ci-desous :

$$TE = (TA+TC-TB-TD).V \qquad (VII)$$

dans laquelle V désigne la vitesse de rotation de la portion correspondante de piste.

Le dispositif selon l'invention calcule directement l'erreur de positionnement à partir des quatre signaux d'entrées A, B, C et D sans, comme dans l'art antérieur, sommer d'abord les signaux A et C d'une part et B et D d'autre part, puis calculer la différence de phase entre les signaux A+C d'une part et B+D d'autre part. Ainsi, les effets d'amplitude dus à une mauvaise impression du disque ne provoquent pas de décalage (Offset) sur

l'erreur de positionnement obtenue.

Le dispositif de la figure 3 peut être également utilisé pour la calibration du capteur, les signaux retardés Ar, Br, Cr et Dr ayant des écarts temporels mutuels nuls pouvant être utilisés en tant que signaux de calibration.

Il convient enfin de noter que la valeur de K choisie inférieure à 1 permet de définir une fréquence de coupure du système bouclé relativement élevée (de l'ordre de quelques dizaines de kilohertz), ce qui permet de mieux suivre les variations rapides des retards et augmente ainsi la précision d'estimation de l'erreur de positionnement.

REVENDICATIONS

1. Procédé de détermination de l'écart temporel entre deux signaux élémentaires temporellement décalés, caractérisé par le fait qu'on échantillonne chaque signal élémentaire (xb, yb), on retarde chaque signal élémentaire échantillonné (xa, ya) d'un retard adaptable, et on adapte successivement, à la fréquence d'échantillonnage, l'un au moins des retards adaptables (RT1, RT2) jusqu'à satisfaire la condition d'obtention d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés (x, y), la valeur finale d'adaptation du retard lors de la satisfaction de ladite condition étant directement reliée à l'écart temporel entre les deux signaux élémentaires.

2. Procédé de contrôle du positionnement d'un faiceau optique incident sur une piste d'un support d'informations contenues dans ladite piste et mobile en rotation, dans lequel on capte le faisceau réfléchi par le disque au moyen d'un capteur optique comportant quatre photodétecteurs (PHD) délivrant respectivement quatre signaux élémentaires (A,B,C,D), et on détermine l'erreur de positionnement (TE) du faisceau par rapport à la piste à partir des signaux élémentaires, caractérisé par le fait qu'on détermine par le procédé selon la revendication 1, d'une part l'écart temporel entre deux signaux élémentaires (A, B) issus de deux photodétecteurs situés d'un même côté du capteur par rapport à un axe de symétrie du capteur passant par son centre et sensiblement perpendiculaire à la piste, et d'autre part l'écart temporel entre les deux autres signaux élémentaires (C, D), et par le fait qu'on calcule l'erreur de positionnement à partir des deux valeurs finales d'adaptation du retard ainsi obtenues.

3. Procédé de détermination des retards individuels respectifs de quatre signaux élémentaires délivrés par quatre photodétecteurs d'un capteur présentant un centre de symétrie et captant un faisceau lumineux réfléchi par un support mobile en rotation, caractérisé par le fait qu'on échantillonne chaque signal élémentaire (A, B, C, D) et on retarde chaque signal élémentaire échantillonné d'un retard adaptable de façon à obtenir une première paire de signaux retardés (Ar, Br) correspondant à deux signaux élémentaires issus de deux photodétecteurs situés d'un même côté

du capteur par rapport à un axe de symétrie du capteur passant par son centre et sensiblement perpendiculaire à la piste, et une deuxième paire de signaux retardés (Cr, Dr) correspondant aux deux autres signaux élémentaires, on somme respectivement les deux signaux retardés de chaque paire de façon à obtenir respectivement deux signaux retardés supplémentaires (Ar+Br; Cr+Dr), et on adapte successivement, à la fréquence d'échantillonnage, chaque retard adaptable (RT1-RT4) jusqu'à satisfaire à la fois les trois conditions d'obtention d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés de chaque paire et d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés supplémentaire, les quatre valeurs finales d'adaptation des quatre retards lors de la satisfaction de ces trois conditions étant directement respectivement reliées aux quatre retards individuels des quatre signaux élémentaires.

4. Procédé de contrôle du positionnement d'un faiceau optique incident sur une piste d'un support d'informations contenues dans ladite piste et mobile en rotation,dans lequel on capte le faisceau réfléchi par le disque au moyen d'un capteur optique capteur présentant un centre de symétrie et comportant quatre photodétecteurs (PHD) délivrant respectivement quatre signaux élémentaires (A,B,C,D), et on détermine l'erreur de positionnement (TE) du faisceau par rapport à la piste à partir des signaux élémentaires, caractérisé par le fait qu'on détermine par le procédé selon la revendication 3, les retards individuels respectfs des quatre signaux élémentaires, et on calcule l'erreur de positionnement à partir des quatre valeurs des retards individuels ainsi obtenues.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'adaptation de l'un au moins des retards adaptables associés à deux signaux élémentaires échantillonnés jusqu'à satisfaire la condition d'obtention d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux retardés correspondants, comporte

le calcul de paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation ($\Gamma_{xy}(\tau)$) entre ces deux signaux retardés pour deux valeurs opposées prédéterminées d'écarts temporels (Te, -Te) entre ces deux signaux retardés,

le calcul des différences successives entre les deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation,

le calcul de valeurs élémentaires d'adaptation successives à partir des valeurs successives calculées desdites différences,

l'accumulation de toutes les valeurs élémentaires d'adaptation jusqu'à l'obtention de ladite valeur finale d'adaptation du retard, et

des adaptations successives de l'un au moins des retards adaptables à partir des valeurs successivement accumulées.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé par le fait qu'on on calcule les paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation pour une valeur d'écart temporel égal à une période du signal d'échantillonnage (Te) et pour une valeur d'écart temporel égal à l'opposé d'une période du signal d'échantillonnage (-Te).

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'on adapte la valeur de chacun des deux retards adaptables associés à deux signaux élémentaires échantillonnés de façon à retarder temporellement l'un des deux signaux élémentaires échantillonnés (xa) et à avancer l'autre signal élémentaire échantillonné (ya).

8. Dispositif de détermination de l'écart temporel entre deux signaux élémentaires temporellement décalés, caractérisé par le fait qu'il comprend une première paire d'entrée (E1, E2) pour recevoir respectivement les deux signaux élémentaires (xb, yb), une première paire de moyens d'échantillonnage (CAN1, CAN2) commandés par un signal d'échantillonnage (CKE) et respectivement connectés aux deux entrées, une première paire de moyens de retard adaptables (RT1, RT2), ayant chacun une entrée d'adaptation (ED1, ED2) pour recevoir une commande d'adaptation, et respectivement connectés aux deux sorties des moyens d'échantillonnage de façon à délivrer deux signaux échantillonnés retardés (x, y), et des moyens d'adaptation, rebouclés entre la sortie des moyens de retard et leur entrée d'adaptation, et aptes à adapter successivement, à la fréquence d'échantillonnage, l'un au moins des retards adaptables (RT1, RT2) jusqu'à satisfaire la condition d'obtention d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux échantillonnés retardés, la valeur finale d'adaptation du retard lors de la satisfaction de ladite condition étant directement reliée à l'écart temporel entre les deux signaux élémentaires.

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé par le fait que les moyens d'adaptation comprennent un bloc d'inter-corrélation (BLC) apte à calculer, à la fréquence d'échantillonnage, des paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation entre les deux signaux échantillonnés retardés pour deux valeurs opposées prédéterminées d'écarts temporels entre ces deux signaux échantillonnés retardés, et des moyens de contre-réaction, rebouclés entre la sortie du bloc d'inter-corrélation et l'entrée d'adaptation des moyens de retard, et comportant

un soustracteur (STR) apte à effectuer, à la fréquence d'échantillonnage, les différences successives entre les deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation,

des moyens de calcul (MLT) connectés au soustracteur et aptes à calculer des valeurs élémentaires d'adaptation successives à partir des valeurs successives calculées desdites différences, et

des moyens d'accumulation (RGA) aptes à accumuler toutes les valeurs élémentaires d'adaptation, et dont la sortie est reliée aux moyens de retard, de façon à adapter, à la fréquence d'échantillonnage, les valeurs des retards de l'un au moins des moyens de retards, à partir des contenus successifs des moyens d'accumulation jusqu'à la satisfaction de ladite condition,le contenu des moyens d'accumulation étant alors égal à ladite valeur finale d'adaptation.

10. Dispositif de contrôle du positionnement d'un faiceau optique incident sur une piste d'un support d'informations contenues dans ladite piste et mobile en rotation,comprenant un capteur pour capter le faisceau réfléchi par le disque et comportant quatre photodétecteurs (PHD) délivrant respectivement quatre signaux élémentaires (A,B,C,D), et des moyens de détermination de l'erreur de positionnement (TE) du faisceau par rapport à la piste à partir des signaux élémentaires, caractérisé par le fait que les moyens de détermination de l'erreur de positionnement comprennent un premier dispositif selon la revendication 9 apte à recevoir sur ces deux entrées deux signaux élémentaires (A, B) issus de deux photodétecteurs situés d'un même côté du capteur par rapport à un axe de symétrie du capteur passant par son centre et sensiblement perpendiculaire à la piste, un deuxième dispositif selon la revendication 9 apte à recevoir sur ces deux entrées les deux autres

signaux élémentaires (CD), et des moyens (MC) de calcul de l'erreur de positionnement reliés aux sorties des moyens d'accumulation respectifs des deux dispositifs.

11. Dispositif de détermination des retards respectifs de quatre signaux élémentaires délivrés par quatre photodétecteurs d'un capteur présentant un centre de symétrie et captant un faisceau lumineux réfléchi par un support mobile en rotation,caractérisé par le fait qu'il comprend une première paire d'entrées (E1, E2) pour recevoir respectivement deux signaux élémentaires (A, B) issus de deux photodétecteurs situés d'un même côté du capteur par rapport à un axe de symétrie du capteur passant par son centre et sensiblement perpendiculaire à la piste, une deuxième paire d'entrées (E3, E4) pour recevoir respectivement les deux autres signaux élémentaires (C, D),une première paire de moyens d'échantillonnage (CAN1, CAN2) commandés par un signal d'échantillonnage (CKE) et connectés à la première paire d'entrées, une deuxième paire de moyens d'échantillonnage (CAN3, CAN4) commandés par le signal d'échantillonnage (CKE) et connectés à la deuxième paire d'entrées, une première paire de moyens de retard adaptables (RT1, RT2) connectés aux sorties de la première paire de moyens d'échantillonnage, ayant chacun une entrée d'adaptation pour recevoir une commande d'adaptation, et aptes à délivrer une première paire de signaux échantillonnés retardés (Ar, Br), une deuxième paire de moyens de retard adaptables (RT3, RT4) connectés aux sorties de la deuxième paire de moyens d'échantillonnage, ayant chacun une entrée d'adaptation pour recevoir une commande d'adaptation, et aptes à délivrer une deuxième paire de signaux échantillonnés retardés (Cr, Dr),des moyens de sommation (SM12, SM34) pour sommer respectivement les deux signaux échantillonnés retardés de chaque paire de façon à obtenir respectivement deux signaux échantillonnés retardés supplémentaires (Ar + Br; Cr + Dr), et des moyens d'adaptation, rebouclés entre la sortie des moyens de retard et leur entrée d'adaptation, et aptes à adapter successivement, à la fréquence d'échantillonnage, chaque retard adaptable jusqu'à satisfaire à la fois les trois conditions d'obtention d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux échantillonnés retardés de chaque paire et d'un écart temporel quasi nul entre les deux signaux échantillonnés retardés

supplémentaires,les quatre valeurs finales d'adaptation des quatre retards lors de la satisfaction de ces trois conditions étant directement respectivement reliées aux quatre retards individuels des quatre signaux élémentaires.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé par le fait que les moyens d'adaptation comprennent

un premier bloc d'inter-corrélation (BLC1) apte à calculer à la fréquence d'échantillonnage, des paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation entre la première paire de signaux échantillonnés retardés pour deux valeurs opposées prédéterminées d'écarts temporels entre ces deux signaux échantillonnés retardés,

un deuxième bloc d'inter-corrélation (BLC2) apte à calculer à la fréquence d'échantillonnage, des paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation entre la deuxième paire de signaux échantillonnés retardés pour deux valeurs opposées prédéterminées d'écarts temporels entre ces deux signaux échantillonnés retardés,

un troisième bloc d'inter-corrélation (BLC3) apte à calculer, à la fréquence d'échantillonnage, des paires successives de deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation entre les deux signaux échantillonnés retardés supplémentaires pour deux valeurs opposées prédéterminées d'écarts temporels entre ces deux signaux échantillonnés retardés supplémentaires, et

des moyens de contre-réaction, rebouclés entre la sortie des blocs d'inter-corrélation et l'entrée d'adaptation de chaque moyen de retard, et comportant

des premier, deuxième et troisième soustracteurs (STR1-STR3) respectivement connectés aux sorties des premier, deuxième et troisième blocs d'inter-corrélation et respectivement aptes à effectuer à la fréquence d'échantillonnage,les différences successives entre les deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation délivrées par le bloc d'inter-corrélation correspondant,

des moyens de calcul (MCL) reliés aux trois soustracteurs et aptes à calculer des quadruplets successifs de valeurs élémentaires d'adaptation à partir des valeurs successives calculées desdites différences,

une première paire de deux registres d'accumulation (RGA1, RGA2) connectés entre les sorties des premier et troisième soustracteurs, par l'intermédiaire des moyens de calcul, et les entrées d'adaptation de la première paire de moyens de retards,

une deuxième paire de deux registres d'accumulation (RGA3, RGA4) connectés entre les sorties des deuxième et troisième soustracteurs, par l'intermédiaire des moyens de calcul, et les entrées d'adaptation de la deuxième paire de moyens de retards,

les quatre registres étant aptes à respectivement accumuler tous les quadruplets respectifs de valeurs élémentaires d'adaptation, de façon à respectivement adapter à la fréquence d'échantillonnage les valeurs des retards des quatre moyens de retards, à partir des contenus successifs respectifs des quatre registres jusqu'à la satisfaction desdites trois conditions, les contenus des registres de la première paire et de la deuxième paire étant alors respectivement égaux aux quatre valeurs finales d'adaptation respectivement directement reliées aux retards individuels respectifs des signaux élémentaires des première et deuxième paires.

13. Dispositif de contrôle du positionnement d'un faiceau optique incident sur une piste d'un support d'informations contenues dans ladite piste et mobile en rotation,comprenant un capteur pour capter le faisceau réfléchi par le disque, ledit capteur présentant un centre de symétrie et comportant quatre photodétecteurs (PHD) délivrant respectivement quatre signaux élémentaires (A,B,C,D), et des moyens de détermination de l'erreur de positionnement (TE) du faisceau par rapport à la piste à partir des signaux élémentaires, caractérisé par le fait que les moyens de détermination de l'erreur de positionnement comprennent un dispositif selon la revendication 12 apte à recevoir les quatre signaux élémentaires, et des moyens (MC) de calcul de l'erreur de positionnement reliés aux sorties des quatre registres d'accumulation du dispositif selon la revendication 12.

14. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 13, caractérisé par le fait que les moyens d'adaptation sont aptes à adapter la valeur de chaque retard d'une paire de moyens de retard associés à deux signaux élémentaires en augmentant la valeur de l'un des retards et en diminuant la

valeur de l'autre retard.

15. Dispositif selon l'une des revendication 8 à 14, caractérisé par le fait que les deux valeurs opposées prédéterminées d'écarts temporels utilisées pour le calcul des deux valeurs de la fonction d'inter-corrélation sont respectivement égales à une période du signal d'échantillonnage (Te) et à l'opposée (-Te) de cette période.

16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé par le fait que chaque bloc d'inter-corrélation (BLC) comporte

deux bornes d'entrée (EC1, EC2) destinées à recevoir respectivement deux signaux échantillonnés retardés (x, y),

deux multiplieurs (M1, M2) possédant respectivement deux sorties définissant les deux sorties (SC1, SC2) du bloc, deux entrées directement connectées de façon croisée aux bornes d'entrée du bloc, et deux autres entrées respectivement connectées de façon non croisée aux deux bornes d'entrée du bloc par l'intermédiaire de deux moyens de retard élémentaires (RTL1, RTL2) ayant une valeur de retard égale à la période (Te) du signal d'échantillonnage.

17. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 16, caractérisé par le fait que chaque registre d'accumulation (RGA) est apte à contenir à chaque cycle du signal d'échantillonnage, un mot numérique dont un nombre prédéterminé (n) de bits de poids forts définissent un nombre entier de périodes d'échantillonnage et dont les bits restants définissent une fraction (α) de période d'échantillonnage, et par le fait que chaque moyen de retard comporte des moyens d'interpolation (MIP) aptes à réaliser une interpolation entre ledit nombre entier de périodes d'échantillonnage et le nombre entier de périodes d'échantillonnage suivant, compte tenu de ladite fraction de période d'échantillonnage.

18. Lecteur de disque numérique multifonctions, caractérisé par le fait qu'il comprend un dispositif selon l'une des revendications 8 à 17.

FIG.1

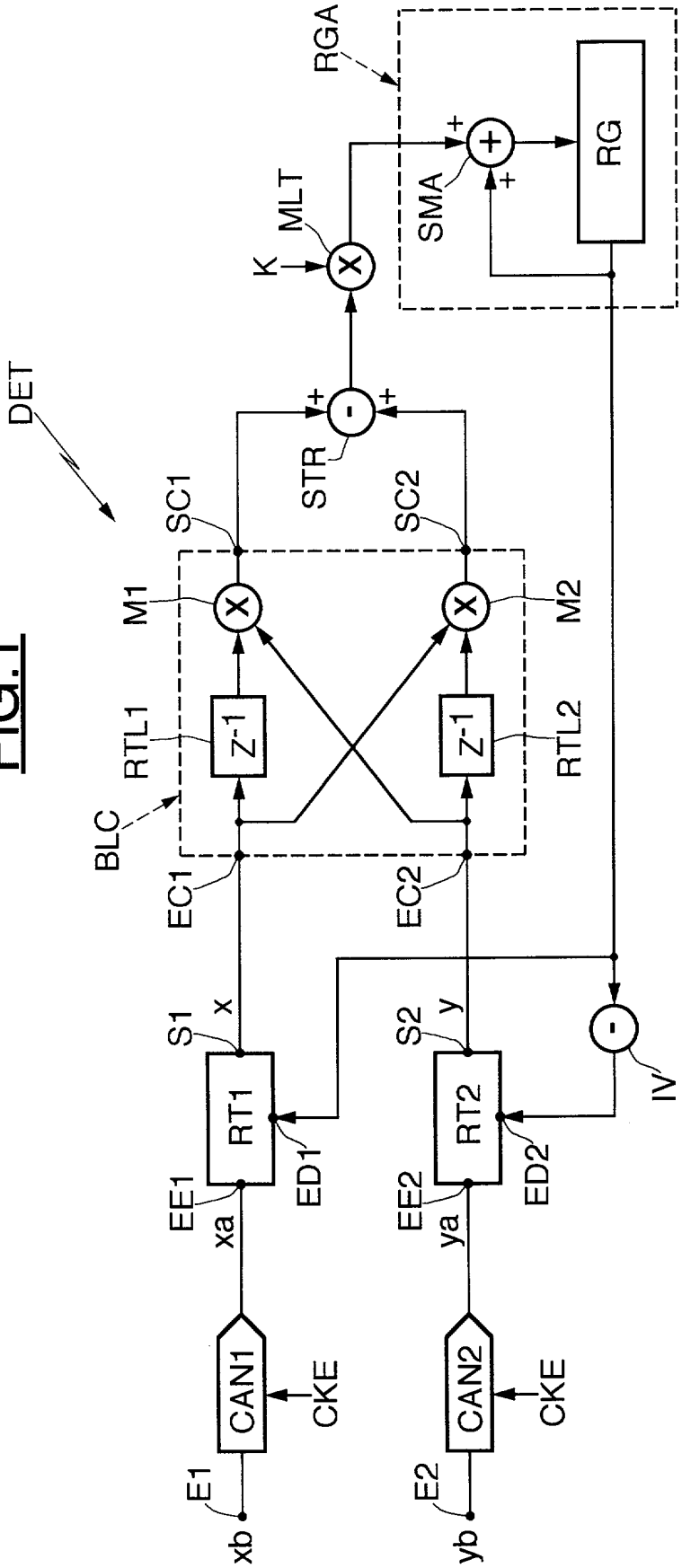
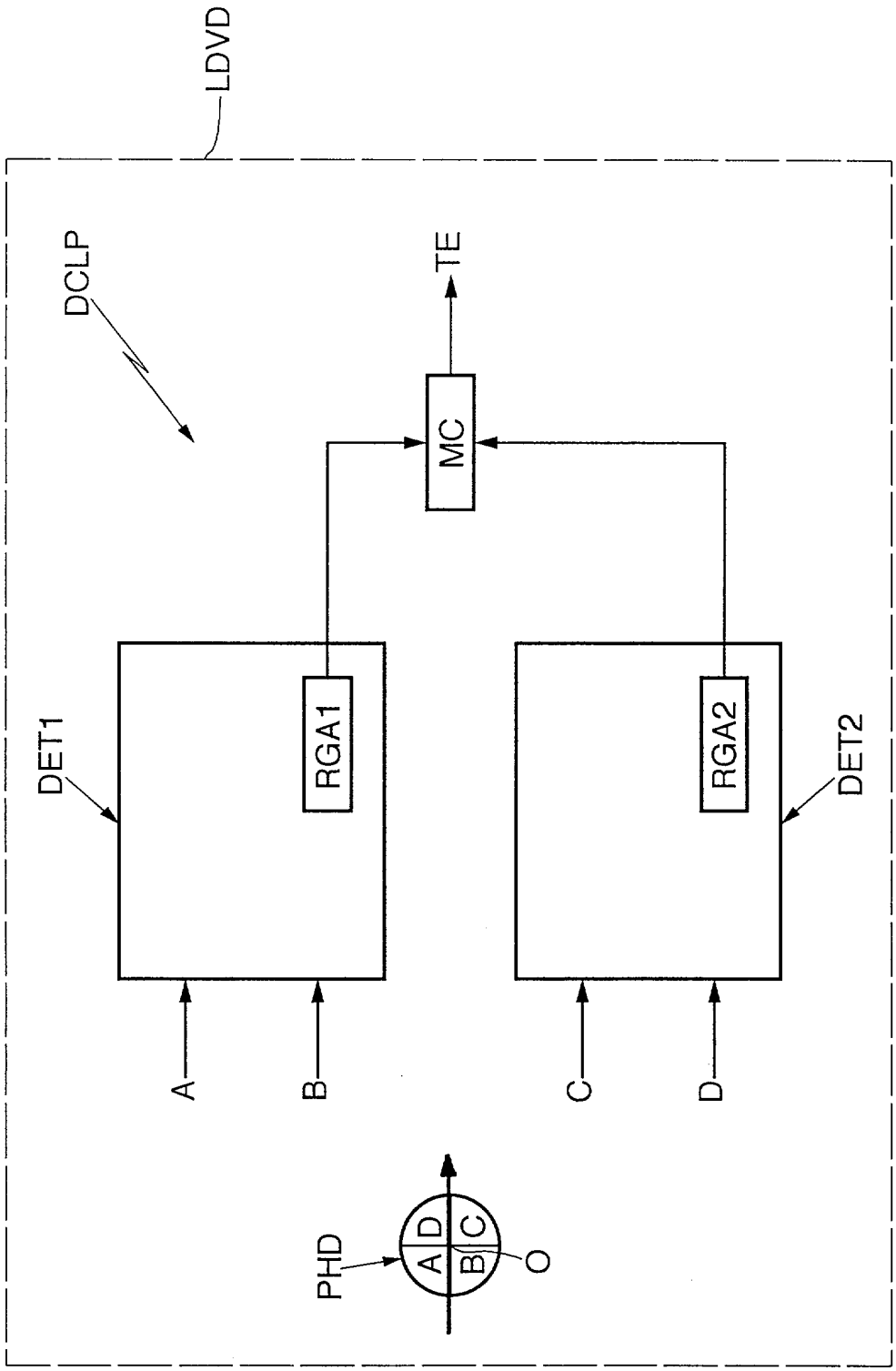

DET
BLC
RGA
RG
SMA
MLT
K
STR
SC1
SC2
M1
M2
RTL1
RTL2
z^{-1}
z^{-1}
EC1
EC2
S1
S2
x
y
RT1
RT2
ED1
ED2
EE1
EE2
xa
ya
IV
CAN1
CAN2
CKE
CKE
E1
E2
xb
yb

FIG.2



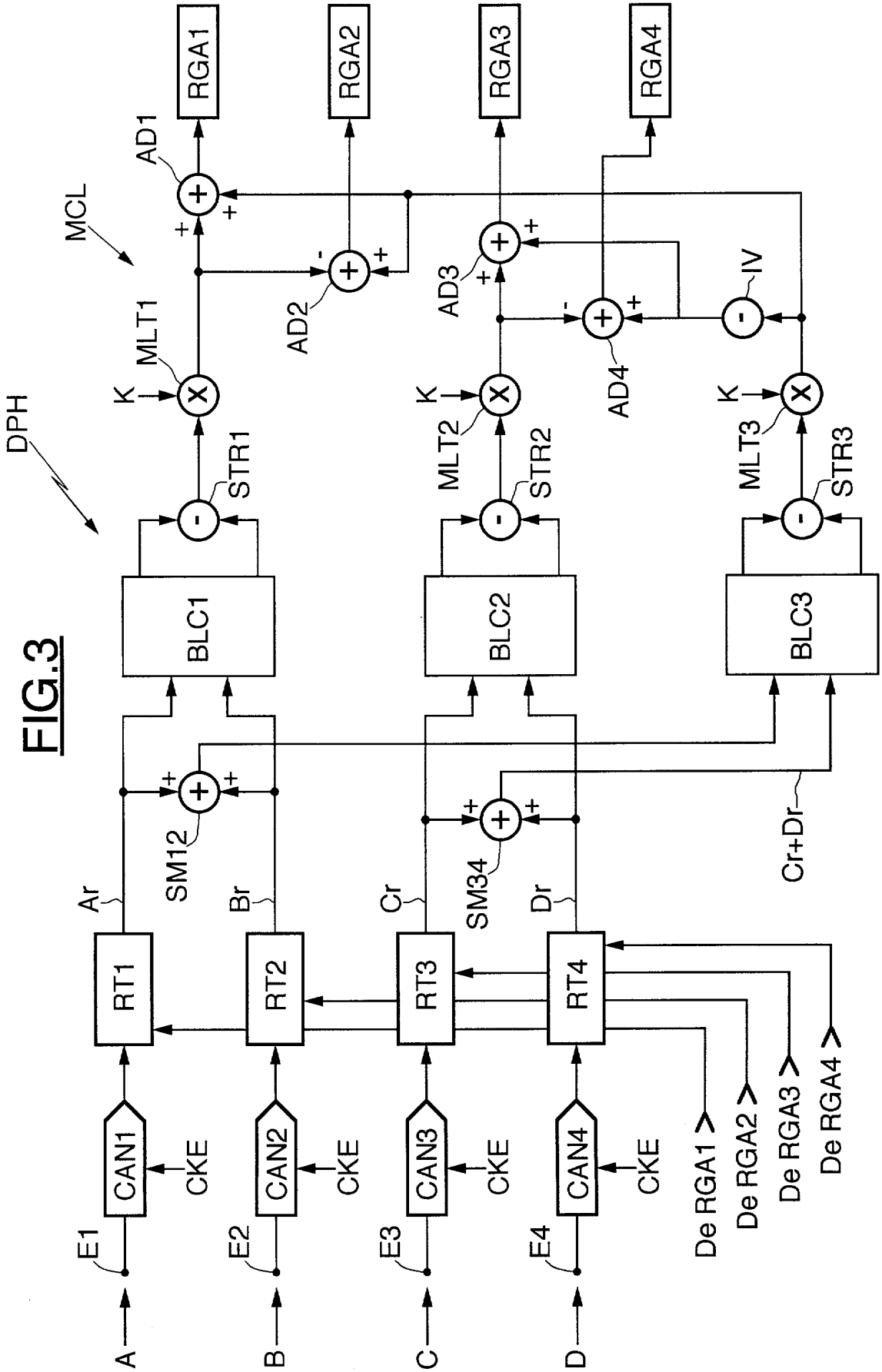

DPH
MCL
A
B
C
D
E1
E2
E3
E4
CAN1
CAN2
CAN3
CAN4
CKE
RT1
RT2
RT3
RT4
Ar
Br
Cr
Dr
SM12
SM34
Cr+Dr
BLC1
BLC2
BLC3
STR1
STR2
STR3
K
MLT1
MLT2
MLT3
AD1
AD2
AD3
AD4
IV
RGA1
RGA2
RGA3
RGA4
De RGA1
De RGA2
De RGA3
De RGA4

FIG.3

FIG.4

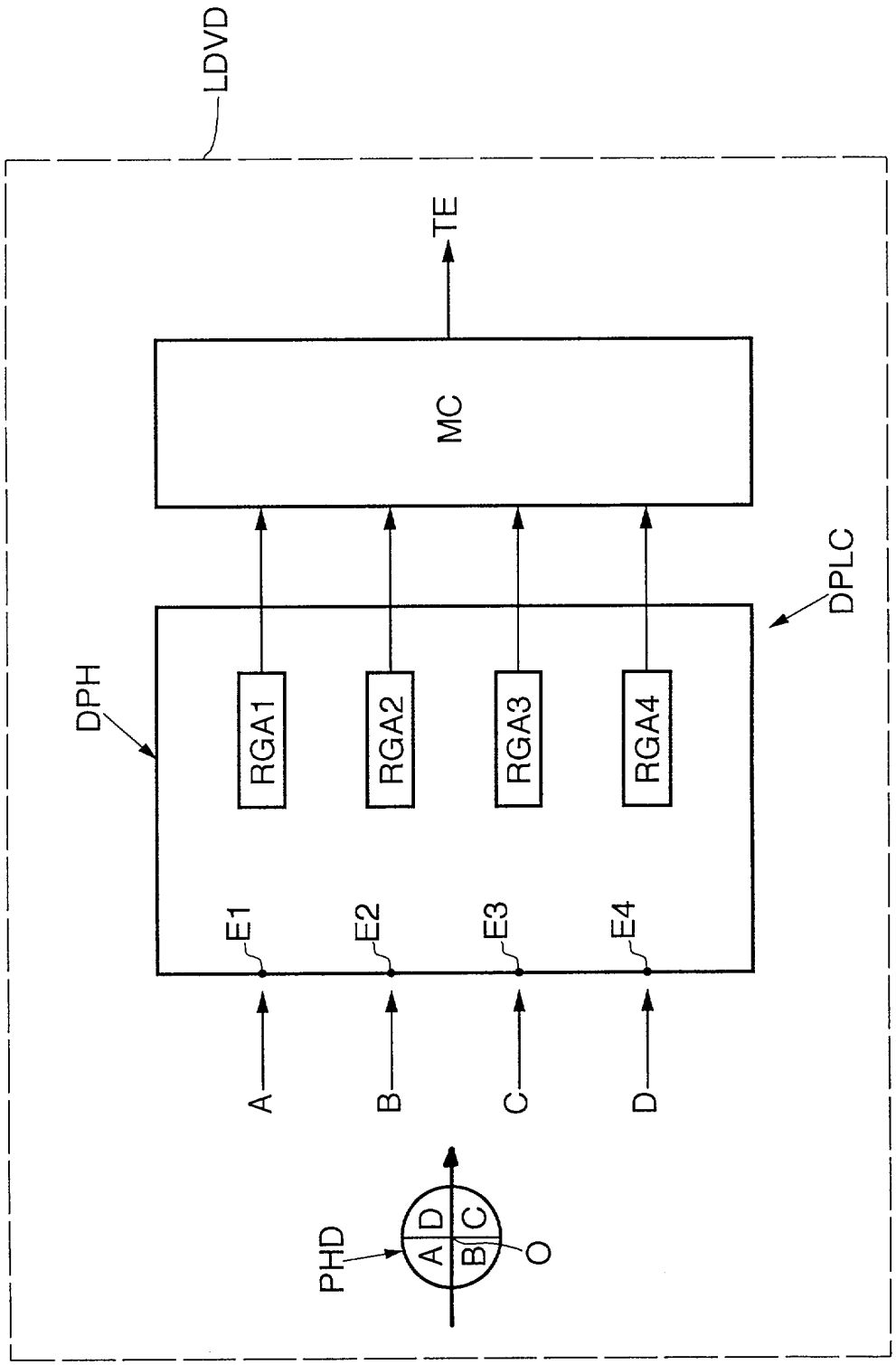
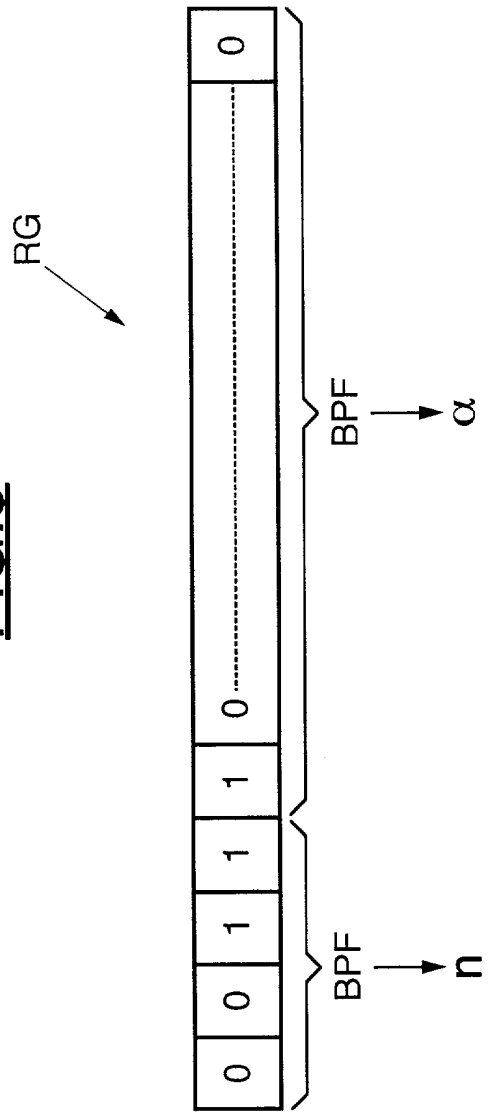

LDVD
DPH
DPLC
RGA1
RGA2
RGA3
RGA4
E1
E2
E3
E4
A
B
C
D
PHD
A
D
B
C
O
MC
TE

FIG.5



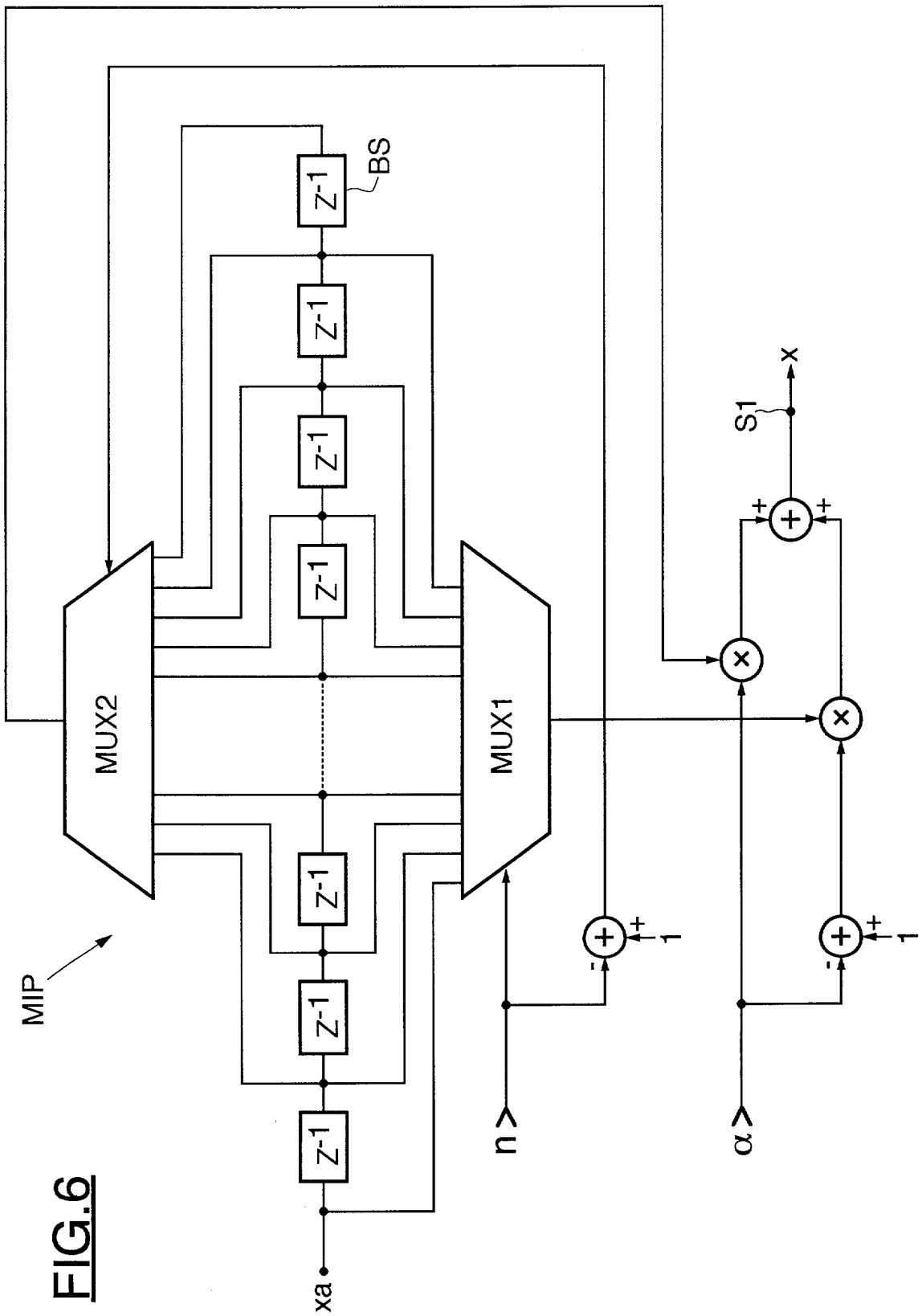


FIG.6

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INPI
INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

2805382

FA 583887
FR 0002264

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	GB 2 161 301 A (MOUNT ISA MINES) 8 janvier 1986 (1986-01-08) * le document en entier * ---	1	G11B7/08
A	US 5 917 784 A (GRABA JIM ET AL) 29 juin 1999 (1999-06-29) * le document en entier * ---	1-17	
A	US 5 923 703 A (MARTIN KREG ET AL) 13 juillet 1999 (1999-07-13) * abrégé * * colonne 2, ligne 13 - colonne 3, ligne 13 * * colonne 9, ligne 1 - ligne 32 * * revendication 1 * ---	1,8,9	
A	US 5 815 539 A (LENNEN GARY R) 29 septembre 1998 (1998-09-29) * le document en entier * ---	1,8	
A	US 6 025 907 A (KOHAMA SHUNSUKE ET AL) 15 février 2000 (2000-02-15) * abrégé * ---	2	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) G11B G06F
A	US 5 859 830 A (BARNARD JAMES A ET AL) 12 janvier 1999 (1999-01-12) * abrégé * -----	2	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
5 octobre 2000	Quaranta, L

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)