(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 545 306**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **83 06827**

(51) Int Cl³ : H 04 N 7/13.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 26 avril 1983.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 44 du 2 novembre 1984.

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

(71) Demandeur(s) : *Société dite : THOMSON-CSF, société anonyme.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Jean-Yves Catros.

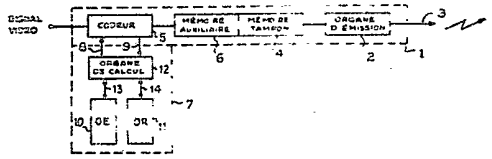
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Ph. Guilguet.

(54) Procédé et dispositif de régulation de l'occupation des mémoires tampon d'émission et de réception d'émetteurs-récepteurs de signaux numériques.

(57) Le procédé de régulation de l'occupation des mémoires tampon d'émission 4 et de réception 19 d'émetteurs-récepteurs 1, 15 de signaux numériques de télévision couplés entre eux par un canal de transmission 3, selon l'invention consiste, à calculer au niveau de l'émetteur une fourchette qui fixe le nombre d'éléments binaires autorisés pour le codage de la trame ou de l'image de télévision à transmettre, de manière, à empêcher le vidage ou le débordement de mémoires tampon 4, 19 d'émission et de réception durant la transmission de l'image numérique, et à commander le débit des éléments binaires fournis par un codeur d'émission 5 pour que le nombre d'éléments binaires fournis pour chaque trame d'image codée reste à l'intérieur de la fourchette.

Application : transmission de signaux numériques de télévision.



FR 2 545 306 - A1

Procédé et dispositif de régulation de l'occupation des mémoires tampon d'émission et de réception d'émetteurs-récepteurs de signaux numériques de télévision

L'invention concerne un procédé et un dispositif de régulation de l'occupation des mémoires tampons d'émission et de réception d'émetteurs-récepteurs de signaux numériques de télévision.

En télévision numérique, les signaux de luminance et de différence de couleurs sont généralement codés suivant un code numérique à huit éléments binaires par point avec une structure et une fréquence d'échantillonnage qui dépendent du problème traité. Ces informations sont habituellement transmises en temps réel et leur débit brut est très élevé, supérieur à 140 mégabits/seconde, en principe, ce qui impose de réduire leur débit à l'aide de dispositifs de compression utilisant les méthodes de réduction de débit pour emprunter les supports de transmission existants.

Pour réaliser des taux de compression importants, ces méthodes conduisent souvent, notamment quand on désire obtenir un taux de compression important, à un débit de sortie du codeur variable.

Le problème qui se pose alors est celui de l'adaptation du débit de sortie variable du codeur d'émission au débit fixe du canal de transmission. Les réalisations connues qui résolvent ce problème permettent d'obtenir des taux de compression moyens élevés mais ont pour inconvénient d'être complexes et de conduire à des coûts de mise en oeuvre élevés.

Le but de l'invention est de pallier les inconvénients précités.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de régulation de l'occupation des mémoires tampon d'émission et de réception d'émetteurs-récepteurs de signaux numériques de télévision couplés entre eux par un canal de transmission, l'émetteur comprenant un codeur d'émission couplé au canal de transmission par l'intermédiaire d'au moins une mémoire tampon d'émission, caractérisé en ce qu'il consiste, à calculer au niveau de l'émetteur une fourchette qui fixe le nombre d'éléments binaires autorisés pour le codage de la trame ou de l'image de télévision à

transmettre, de manière, à empêcher le vidage ou le débordement des mémoires tampon d'émission et de réception durant la transmission de l'image numérique, et à commander le débit des éléments binaires fournis par le codeur d'émission pour que le nombre d'éléments binaires fournis pour chaque trame d'image codée reste à l'intérieur de la fourchette.

L'invention a également pour objet, un dispositif de régulation d'occupation des mémoires tampon d'émission réception d'émetteurs-récepteurs de télévision pour la mise en oeuvre du procédé précité caractérisé en ce qu'il comprend, des moyens de mémorisation pour mémoriser le niveau de remplissage des mémoires tampon d'émission réception à chaque trame d'image transmise, ainsi que, des moyens de calcul, interposés entre les moyens de mémorisation et le codeur d'émission, pour commander le débit binaire du codeur d'émission avant le codage de chaque trame d'image de manière, à empêcher le débordement ou le vidage des mémoires tampons d'émission et de réception.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront également à l'aide de la description faite au regard des dessins annexés donnés uniquement à titre d'exemple et dans lesquels :

- La figure 1 représente un émetteur de signaux de télévision codés numériquement couplés à un dispositif de régulation de l'occupation des mémoires tampon d'émission-réception, selon l'invention.

- La figure 2 représente un récepteur de signaux de télévision codés numériquement muni d'un tampon de réception selon l'invention.

- La figure 3 est un graphique montrant l'occupation de la mémoire tampon pour deux trames successives d'image k-1 et k.

L'émetteur 1 de signaux numériques de télévision représenté schématiquement à l'intérieur d'un rectangle en pointillé à la figure 1 comprend, de façon connue, un organe d'émission 2 de signaux numériques de télévision couplé par sa sortie à un canal de transmission 3 et par son entrée à une mémoire tampon 4. Il comprend également un codeur 5 couplé par sa sortie à l'entrée de la mémoire tampon 4 par l'intermédiaire d'une mémoire auxiliaire 6. Le codeur 5 est par exemple composé de façon connue par un codeur différentiel du type de ceux décrits par exemple dans les demandes de brevet français 81 20167 et 82 14434 déposées au nom de la Demanderesse.

L'émetteur 1 est couplé au dispositif de régulation d'occupation des mémoires tampon 7 selon l'invention par l'intermédiaire de lignes de couplage 8 et 9. Le dispositif de régulation 7 comprend, des moyens de mémorisation 10 et 11 qui mémorisent respectivement le niveau de remplissage actuel des mémoires tampons d'émission et futur prévu de réception à chaque trame d'image transmise. Les moyens de mémorisation 10 et 11 sont couplés au codeur 5 par l'intermédiaire d'un organe de calcul 12. L'organe de calcul 12 est constitué de préférence par des moyens de traitement microprogrammé tel qu'un microordinateur et est couplé au codeur 5 par l'intermédiaire des lignes de couplage 8 et 9 et à la sortie des moyens de mémorisation 10 et 11 respectivement par les lignes de couplage 13 et 14.

Le récepteur de télévision 15 est représenté schématiquement à la figure 2 à l'intérieur d'une ligne en pointillée. Il comprend de façon connue, un démodulateur 16 couplé par son entrée au canal de transmission 3, un organe de visualisation 17 des images de télévision reçues constitué par exemple par un écran de télévision ou tout dispositif de visualisation équivalent. Le récepteur de télévision 15 comprend également, disposé entre la sortie du démodulateur 16 et les entrées de l'organe de visualisation 17, un multiplexeur 18, une mémoire tampon de réception 19, une mémoire auxiliaire 20, un décodeur différentiel 21 et une mémoire d'image 22. Le multiplexeur 18 couple par une première sortie S_1, l'entrée de la mémoire d'image 22 à la sortie du démodulateur 16, et couple par sa deuxième sortie S_2 l'entrée du tampon de réception 19 à la sortie du démodulateur 16. Le multiplexeur 18 est principalement utilisé à l'initialisation du système d'émission réception pour transférer directement la première image transmise dans la mémoire d'image 22 et permettre le codage des images suivantes. La sortie de la mémoire tampon 19 est couplée à l'entrée du décodeur 21 par l'intermédiaire d'une mémoire auxiliaire 20. L'organe de visualisation 17 est couplé par une première entrée à la sortie du décodeur 21 et par une deuxième entrée à la sortie de la mémoire d'image 22. Le décodeur 21 est également couplé à la mémoire d'image 22 par la ligne de couplage 23.

Le fonctionnement de l'émetteur et du récepteur qui viennent d'être décrits est le suivant. Le signal vidéo appliqué à l'entrée du codeur

5 est échantillonné puis chaque échantillon est codé par le codeur 5. Les échantillons codés par le codeur 5 sont transmis avec un débit variable dépendant de la nature des images et de l'algorithme de codage, successivement à l'intérieur de la mémoire auxiliaire 6 puis à l'intérieur de la mémoire tampon 4 avant d'être dirigés à l'entrée de l'organe d'émission 2 et transmis sur le canal de transmission 3. Les échantillons d'image codées sont transmis à débit fixe sur le canal de transmission 3 et sont reçus à l'entrée du démodulateur 16 puis appliqués à l'entrée de la mémoire d'image 22 ou à l'entrée du décodeur 21 par l'intermédiaire de la mémoire tampon 19 et de la mémoire auxiliaire 20. L'image mémorisée à l'intérieur de la mémoire d'image 22 ou l'image fournie par le décodeur 21 sont visualisées à volonté par l'organe de visualisation 17. Le dispositif de régulation 7 permet, en agissant sur le débit du codeur 5, d'adapter le débit variable de sortie du codeur au débit fixe du canal de transmission 3. Cette régulation est effectuée en calculant à chaque trame d'image le nombre d'éléments binaires qu'il est possible d'utiliser pour le codage, pour que les tampons d'émission 4 et de réception 19 ne se vident ni ne débordent, en prenant en compte leur état d'occupation lors de la trame précédente, leur capacité de mémorisation, le débit du canal de transmission et la stratégie du codage utilisé. On notera à ce sujet que les états d'occupation des tampons d'émission et de réception ne correspondent pas au même instant et qu'en particulier il existe un décalage entre l'instant initial considéré à l'émetteur comme l'instant où le codage commence et l'instant initial considéré au récepteur comme l'instant où le décodage commence. Pour tenir compte de ce fait, le calcul de l'occupation des tampons de réception est effectué à l'émetteur par anticipation.

Les éléments binaires provenant du codeur 5 dont le débit est ajusté par le dispositif de régulation 7, sont stockés dans la mémoire auxiliaire 6 puis sont transférés à la fin du codage dans la mémoire tampon d'émission 4. Le remplissage de la mémoire auxiliaire 6 et de la mémoire tampon 4 à chaque trame successive d'image transmise est représenté schématiquement à la figure 3. Sur la figure 3, la désignation OE_{k-1} représente le niveau de remplissage de la mémoire tampon 4 après codage de la trame k-1, et le transfert des échantillons binaires des signaux relatifs à la trame k-1 à l'intérieur de la mémoire tampon 4.

Durant la trame k, la mémoire auxiliaire 6 est remplie avec les éléments binaires provenant du codage de la trame k et son remplissage passe du niveau de remplissage 0 au niveau de remplissage n_k. Pendant le même temps la mémoire tampon 4 se vide au rythme de transmission du canal 3 et passe du niveau de remplissage OE_{k-1} au niveau de remplissage $OE_{k-1} - n_c$. A la fin de la trame k, les éléments binaires provenant du codage de la trame k sont transférés très rapidement dans la mémoire tampon 4, ce transfert pouvant être réalisé en utilisant une seule mémoire et une manipulation au niveau des adresses. Le niveau de remplissage de la mémoire tampon 4 vaut alors $OE_k = OE_{k-1} - n_c + n_k$, où n_c désigne le nombre d'éléments binaires débités sur le canal de transmission 3 durant une trame d'image, soit environ 20 millisecondes, et n_k désigne le nombre d'éléments binaires dûs au codage de la trame d'image k. Dans ces conditions, l'organe de calcul 12 vérifie les conditions qui doivent être réalisées pour qu'il n'y ait ni débordement, ni vidage de la mémoire tampon 4. Il n'y aura pas de débordements si le niveau de remplissage $OE_{k-1} - n_c + n_k$ est inférieur à la capacité CE de remplissage de la mémoire tampon d'émission 4, c'est-à-dire si le nombre d'éléments binaires n_k dû au codage de la trame k de l'image est inférieur à $CE - OE_{k-1} + n_c$. De même il n'y aura pas de vidage de la mémoire tampon 4 si le niveau de remplissage $OE_{k-1} - n_c$ est plus grand que 0 ou encore si $OE_{k-2} - n_c + n_{k-1} - n_c$ est plus grand que 0, soit encore si le nombre n_k d'éléments binaires dûs au codage de la trame k de l'image est telle que n_k est plus grand que $2n_c - OE_{k-1}$. En conséquence l'organe de calcul 12 vérifie en permanance que le nombre d'éléments binaires n_k dûs au codage d'une trame k, est compris dans une fourchette définie par la relation

$$2n_c - OE_{k-1} < n_k < CE - OE_{k-1} + n_c \qquad (1)$$

Il est possible également d'écrire des relations permettant à l'organe de calcul 12 de déterminer le niveau de remplissage de la mémoire tampon de réception en fonction du nombre d'éléments binaires n_c débités sur le canal de liaison 3, du nombre d'éléments binaires fournis par le codeur d'émission 5, et de la capacité CR du tampon de réception 20. En effet avant le transfert de la trame d'image k le tampon de réception 19 contient les éléments binaires relatifs à la trame k-1

auxquels s'ajoutent les éléments binaires n_c reçus par le canal de liaison 3. Après transfert des éléments binaires de la trame k, le tampon de réception 19 est rempli au niveau de remplissage $OE_{k-1} + n_c - n_k$. Par conséquent les conditions à vérifier concernant le remplissage du tampon de réception sont les suivantes :

le tampon de réception ne sera pas vidé si son niveau de remplissage $OR_{k-1} + n_c - n_k$ est supérieure à 0

ou encore, si le nombre d'éléments binaires n_c dûs au codage d'une trame d'image k est inférieur à $OR_{k-1} + n_c$.

De même le tampon de réception 19 ne pourra déborder si son niveau de remplissage $OR_{k-1} + n_c$ est inférieur à CR soit encore si

$OR_{k-2} + n_c - n_{k-1} - n_c < CR$ est vérifiée. La relation précédente s'écrit encore

$n_{k-1} > OR_{k-2} + 2n_c - CR$, ce qui permet d'écrire que le nombre n_k d'éléments binaires dûs au codage d'une trame d'image k doit être supérieure à $OR_{k-1} + 2n_c - CR$.

En résumé il n'y aura ni vidage ni débordement de la mémoire tampon réception 19 si la relation

$$OR_{k-1} + 2n_c - CR < n_k < OR_{k-1} + n_c \text{ est vérifiée} \quad (2)$$

Les relations (1) et (2) précédentes qui donnent les conditions auxquelles le nombre n_k d'éléments binaires dûs au codage d'une trame d'image k doit satisfaire sont calculées par l'organe de calcul 12 qui tient à jour le niveau de remplissage des mémoires tampons d'émission et de réception dans les moyens de mémorisation 10 et 11 et lit à l'intérieur des moyens de mémorisation les valeurs de remplissage OR_{k-1} et OE_{k-1} nécessaires à la détermination des fourchettes de débit déterminées par les relations (1) et (2) précédentes.

En fonction des résultats de calcul obtenus pour chaque trame d'image, l'organe de calcul 12 agit sur le débit du codeur 5 par l'intermédiaire des lignes de couplage 8 et 9, pour maintenir le débit de ce dernier à l'intérieur des fourchettes de débit calculées. Le réglage du débit est par conséquent assuré de manière que le nombre d'éléments binaires n_k codés d'une trame reste compris entre les deux nombres N_{max} et N_{min} qui vérifient les équations (1) et (2) simultanément. Lorsque cette

condition est réalisée, les éléments n_k codés à l'émetteur sont toujours transmis au récepteur.

Dans le cas où le débit autorisé est dépassé, c'est-à-dire lorsque $n_k > N_{max}$ les éléments binaires correspondants ne sont pas transmis et la trame associée est interpolée par le récepteur ce qui permet d'élargir la fourchette pour le codage de la trame suivante. Si, lorsque, le nombre d'éléments binaires obtenus pour le codage de la trame suivante est encore trop grand, la trame suivante est gelée comme la précédente, les codes correspondants ne sont pas non plus transmis et le récepteur recopie l'image de la dernière trame codée, ce qui élargit d'autant la fourchette du nombre d'éléments binaires autorisé pour le codage de la trame suivante.

Au cas où le nombre d'éléments binaires est inférieur au nombre d'éléments binaires minimum autorisé, $n_k < N_{min}$, le nombre d'éléments binaires n_k calculé est transmis avec en supplément des éléments binaires de rafraichissement systématique, de manière que le nombre d'éléments binaires obtenu dépasse le nombre minimum N_{min} de la fourchette.

La réalisation de la procédure de régulation de débit qui vient d'être décrite fait appel à des techniques de programmation bien connus de l'homme de métier et en conséquence n'a pas besoin d'être développée plus en détails pour la bonne compréhension de l'invention.

Cette procédure n'est d'ailleurs pas unique et devra être adaptée à chaque mode de réalisation particulier de l'invention notamment, elle pourra inclure d'autres éléments qui pourront tenir compte, par exemple, des paramètres internes de régulation du codeur.

REVENDICATIONS

1. Procédé de régulation de l'occupation des mémoires tampon d'émission (4) et de réception (19) d'émetteurs-récepteurs (1, 15) de signaux numériques de télévision couplés entre eux par un canal de transmission (3), l'émetteur (1) comprenant un codeur d'émission (5) couplé au canal de transmission (3) par l'intermédiaire d'au moins une mémoire tampon d'émission (4), caractérisé en ce qu'il consiste, à calculer au niveau de l'émetteur une fourchette qui fixe le nombre d'éléments binaires autorisés pour le codage de la trame ou de l'image de télévision à transmettre, de manière, à empêcher le vidage ou le débordement des mémoires tampon (4, 19) d'émission et de réception durant la transmission de l'image numérique, et à commander le débit des éléments binaires fournis par le codeur d'émission (5) pour que le nombre d'éléments binaires fournis pour chaque trame d'image codée reste à l'intérieur de la fourchette.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le nombre n_k d'éléments binaires autorisé pour coder une trame est maintenu à une valeur telle que la relation

$2n_c - OE_{k-1} < n_k < CE - OE_{k-1} + n_c$ est vérifiée, où n_c désigne le nombre d'éléments binaires débités sur le canal de transmission (3) pendant le transfert d'une trame d'image, OE_{k-1} désigne le niveau de remplissage du tampon d'émission (4) avant son remplissage par les éléments binaires correspondant à la trame k, et CE désigne la capacité du tampon d'émission (4).

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le nombre n_k d'éléments binaires autorisé pour coder une trame k est maintenu à une valeur telle que la relation

$OR_{k-1} + 2n_c - CR < n_k < OR_{k-1} + n_c$ est vérifiée, où n_c désigne le nombre d'éléments binaires débités sur le canal de transmission (3) pendant le transfert d'une trame d'image, OR_{k-1} désigne le niveau de remplissage du tampon de réception (19) avant son remplissage par les éléments binaires correspondant à la trame k et CR désigne la capacité du tampon de réception (19).

4. Dispositif de régulation de l'occupation des mémoires tampon (4, 19) d'émission réception d'émetteurs-récepteurs de télévision pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend, des moyens de mémorisation (10, 11) pour mémoriser le niveau de remplissage des mémoires tampon d'émission réception à chaque trame d'image transmise, ainsi qu'un organe de calcul 12, interposés entre les moyens de mémorisation et le codeur d'émission, pour commander le débit binaire du codeur d'émission avant le codage de chaque trame d'image de manière, à empêcher le débordement ou le vidage des mémoires tampon d'émission et de réception.

5. Dispositif de régulation selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'organe de calcul (12) est constitué par des moyens de traitement microprogrammés.

6. Dispositif de régulation selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que la mémoire tampon d'émission (4) est couplée à la sortie du codeur d'émission par l'intermédiaire d'une mémoire auxiliaire (6).

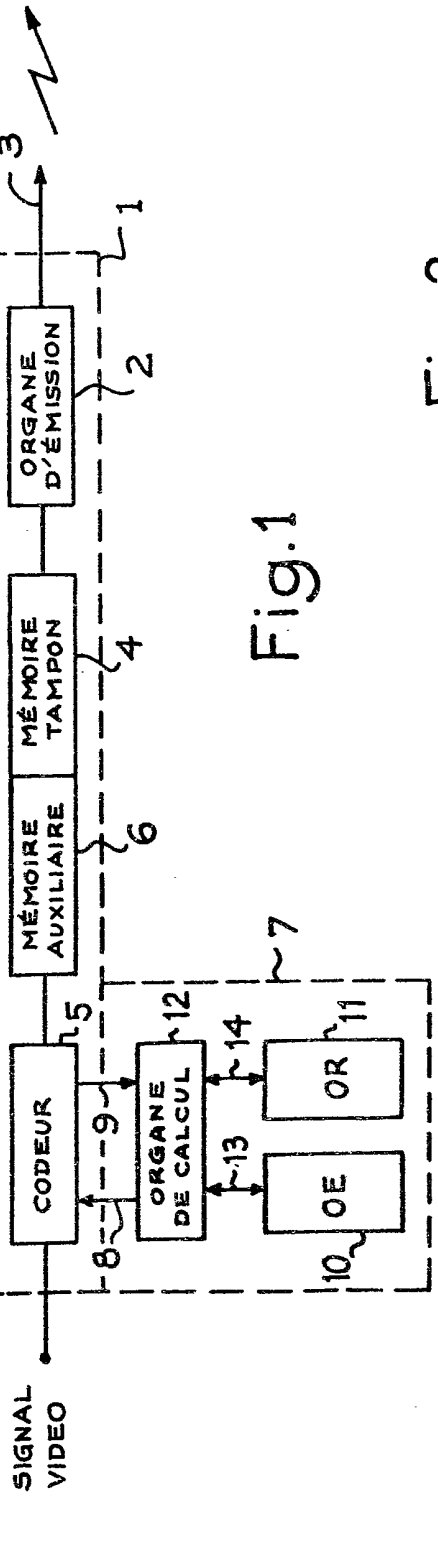


Fig.1

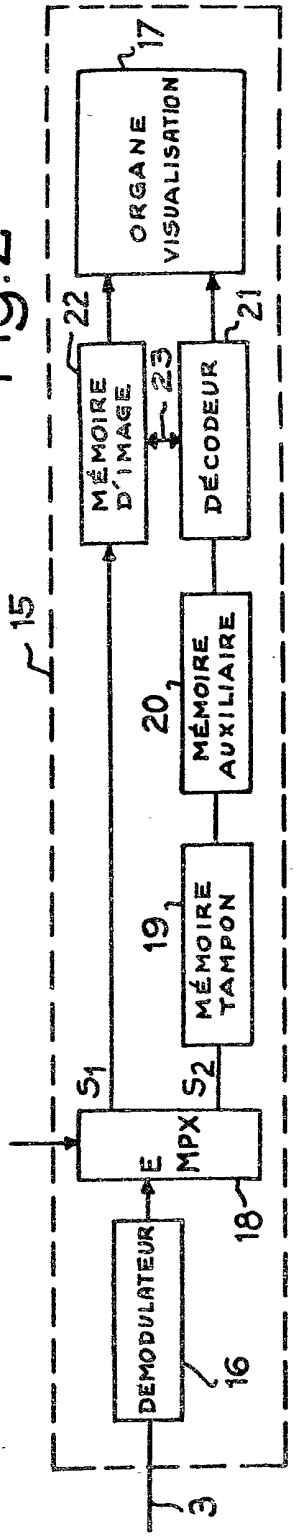


Fig.2

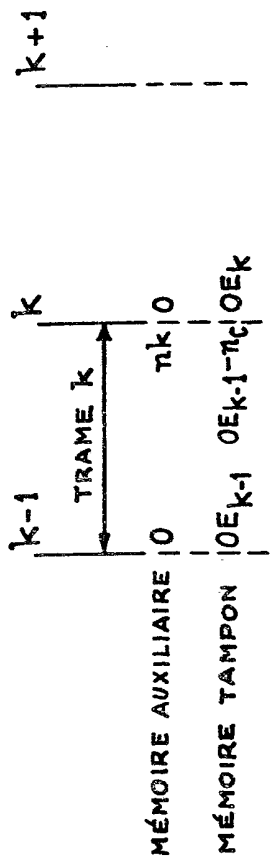


Fig.3