

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **90110672.4**

(51) Int. Cl.⁵: **G07C 1/24, G04F 13/02**

(22) Date de dépôt: **06.06.90**

(30) Priorité: **15.06.89 FR 8908087**

(72) Inventeur: **Nobs, Erwin**

(43) Date de publication de la demande:
19.12.90 Bulletin 90/51

Route Principale 56

CH-2533 Evilard(CH)

(64) Etats contractants désignés:
AT CH DE DK ES GB GR IT LI NL SE

(74) Mandataire: **de Raemy, Jacques et al**

(71) Demandeur: **Omega Electronics S.A.**
96, Rue Stämpfli
CH-2500 Bienne(CH)

ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA

Passage Max. Meuron 6

CH-2001 Neuchâtel(CH)

(54) **Appareil pour le chronométrage de courses.**

(57) L'appareil de chronométrage de course du type vidéo-finish comporte un barreau photosensible CCD (5) qui peut être lu à fréquence déterminée correspondant à la vitesse de défilement (V_i) de l'image de la course.

Les images sont enregistrées et visualisées au moyen d'un enregistreur (22) et d'un moniteur (23) du commerce à fréquence de balayage fixe et normalisée. Comme la fréquence d'acquisition d'image par le barreau n'est pas synchrone avec la fréquence

de visualisation, on procède à une génération de portions d'image utilisant des mémoires tampons (19, 20), les portions d'image étant ensuite stockées dans une mémoire image (21) puis lues de façon discontinue par saut de portions d'image en synchronisme avec un balayage TV standard.

L'appareil permet de proposer un système à bas prix de revient car il utilise un enregistreur et un moniteur couramment obtenables sur le marché.

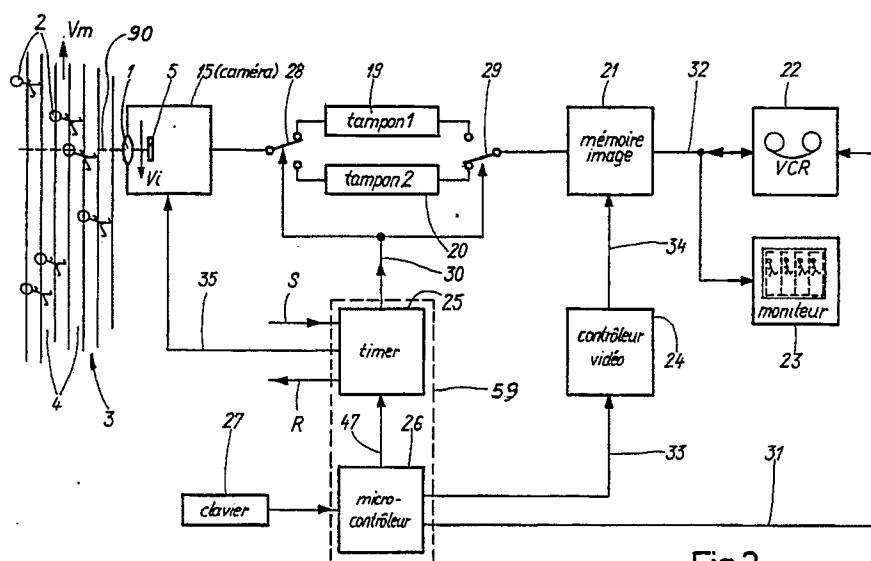


Fig.3

APPAREIL POUR LE CHRONOMETRAGE DE COURSES

L'invention est relative à un appareil pour le chronométrage de course comportant un dispositif optique installé à poste fixe et dans le prolongement d'une ligne de passage d'une course comprenant plusieurs concurrents pour projeter une image de cette ligne sur un barreau photosensible comportant une pluralité de pixels juxtaposés en une seule colonne.

Le document CH-A-590 518 décrit déjà un système pour la détermination des temps séparant les passages de mobiles au droit d'une ligne de référence sensiblement perpendiculaire à leur trajectoire. Ce système consiste à utiliser une caméra de télévision équipée d'un tube à rayon cathodique, caméra que l'on braque sur la ligne de référence, à enregistrer les signaux fournis par ladite caméra et, simultanément, des signaux fournis par un garde-temps et à reproduire les signaux à l'aide d'un moniteur. Pour ce faire on utilise une caméra au moyen de laquelle on effectue un balayage linéaire unidirectionnel coïncidant avec la ligne de référence et un lecteur effectuant un balayage linéaire bidirectionnel, de façon que les balayages successifs de la ligne de référence par la caméra soient étalés sur l'écran du lecteur dans une direction perpendiculaire à celle dans laquelle s'effectuent ses balayages unidirectionnels, en l'occurrence dans la direction de la trajectoire des mobiles. Le document mentionne que cette caméra peut être d'un type conventionnel, mais où cependant on a permuté les deux balayages de façon que le balayage le plus rapide s'effectue selon une direction verticale, le balayage le plus lent ayant été supprimé. En variante il est dit qu'on utilisera de préférence une caméra à diodes du type dit "solid state" à la place du tube à rayon cathodique pour éviter le marquage du tube, voire la détérioration rapide de celui-ci.

Ce système est illustré aux figures 1 et 2 de la présente description. Le mobile 2 en mouvement se déplace à la vitesse V_m devant l'objectif 1 de la caméra. Derrière l'objectif on trouve un dispositif photosensible 5 unidimensionnel à capteur solid state, appelé encore barreau CCD. L'image du mobile défile à la vitesse V_i devant le dispositif 5. La figure 2 montre comment est constitué ce dispositif qui comporte une rangée de pixels élémentaires 6 disposés côte à côte. La lumière incidente issue de la ligne de référence à capter produit des charges sur chacun des capteurs, charges qui représentent le profil d'intensité d'une ligne d'image à un moment donné. Ces charges sont transférées périodiquement dans le sens des flèches 9 sur un registre à décalage 7 portant autant d'éléments 8 que de pixels 6. Un signal d'horloge 12 à fréquence

ce TV évacue vers l'amplificateur 10 le contenu de la ligne sous forme d'un signal vidéo 11. Ces signaux vidéo sont alors mémorisés puis visualisés de manière à représenter, sous forme d'image, l'évolution temporelle de la ligne en observation (ligne d'arrivée par exemple).

Plusieurs dispositifs unidimensionnels sont actuellement disponibles sur le marché. Ils sont tous équipés d'un nombre important de pixels (> 1000) pour assurer une haute résolution. Pour plus de détails à ce sujet, on se référera aux notices techniques des fabricants, par exemple à la notice concernant le dispositif TH 7801 A de Thomson-CSF. Des caméras complètes peuvent même être obtenues auprès de la compagnie Fairchild sous le symbole CCD 1100C à 1500C ou encore auprès de la société i2s (Bordeaux, France) sous la dénomination iDC 133.

Dans le système qui vient d'être décrit on a vu que la lumière incidente produit des charges sur la rangée de capteurs 6, charges qui sont transférées périodiquement vers la sortie 10 par l'intermédiaire d'un registre à décalage 7. Ici la fréquence de transfert est fixe puisqu'elle est liée à une norme de télévision standard. En effet, dans le document cité, il est fait état d'une fréquence des images qui est de 25 unités par seconde, chaque demi-image durant 20 millisecondes. De ce fait, le système décrit a pour lui le mérite de mettre en oeuvre du matériel standard tant en ce qui concerne la caméra qu'en ce qui concerne le moniteur et l'enregistreur. Il est donc bon marché.

Le système décrit présente malheureusement au moins deux inconvénients de taille qui font qu'il n'a jamais pu être utilisé pratiquement et en est resté au stade de prototype.

Le premier inconvénient concerne le temps d'exposition des pixels qui est très faible. En effet, selon la norme européenne une demi-image est explorée en 20 ms (50 Hz) et chaque demi-image comporte 312,5 lignes. Il s'en suit que la durée d'une ligne vaut $20/312,5 = 0,064 \text{ ms} = 64 \mu\text{s}$ et que la fréquence de balayage est de $1/64 \mu\text{s}$, soit de 15'625 lignes par seconde. Ainsi, en utilisant un dispositif photosensible unidimensionnel avec le balayage normal de TV, chaque pixel ne sera excité que pendant $64 \mu\text{s}$ par balayage. Ceci représente un temps extrêmement court qui limite le domaine d'application du dispositif à des scènes présentant un éclairage important, car pour des éclairages moyens, le signal recueilli n'émerge pas ou très peu du bruit de fond, du moins avec les moyens dont on dispose actuellement.

Le second inconvénient concerne la déformation des images qu'on recueille. On comprendra en

effet que pour obtenir une image non déformée, il faudra que la vitesse de rafraîchissement du dispositif photosensible, donnée par le signal d'horloge 12 (voir figures 1 et 2), corresponde à la vitesse V_i de l'image défilant sur ledit dispositif. L'image recueillie sera compressée si la vitesse V_i est plus grande que la vitesse de rafraîchissement ou au contraire dilatée si cette vitesse V_i est plus petite que ladite vitesse de rafraîchissement. Un exemple tiré de situations pratiques fera comprendre le problème qui se pose.

Le barreau CCD dont il a été question plus haut comporte une multiplicité de pixels de surface sensiblement carrée dont le côté mesure sensiblement $13 \mu\text{m}$. Avec le standard TV à 625 lignes, ces $13 \mu\text{m}$ sont parcourus comme on l'a déjà dit en $64 \mu\text{s}$, ce qui correspond à l'image d'un mobile qui se déplacerait à la vitesse V_i de :

$$\frac{13 \cdot 10^{-3} \text{ mm}}{64 \cdot 10^{-6} \text{ s}} = 203 \text{ mm/s.}$$

Dans ce cas, la fréquence de balayage est adaptée à la vitesse de la course et les images reproduites apparaissent sans déformation. Or, cette valeur correspond à la vitesse V_i d'une course automobile défilant devant le barreau CCD. Si l'on désire maintenant, avec le même appareillage, capter des images d'une course d'athlétisme dont la vitesse d'image V_i peut être estimée à 26 mm/s , l'image recueillie sera fortement dilatée en largeur, déformant les formes des athlètes au point de les rendre méconnaissables. Si l'on veut donc obtenir une image sans déformation de la course d'athlétisme, il faudra abaisser la fréquence de balayage du barreau, ce qui parallèlement accroîtra le temps pendant lequel les pixels du barreau seront exposés. En prenant la vitesse de 26 mm/s et un pixel de $13 \mu\text{m}$ de côté, on peut calculer le temps d'exposition, puis la fréquence de balayage à appliquer au barreau. Le temps d'exposition est de :

$$\frac{13 \mu\text{m}}{26 \text{ mm/s}} = 500 \mu\text{s.}$$

et la fréquence de balayage est de $1/500 \mu\text{s} = 2'000$ lignes par seconde. Pour prendre un autre exemple, le temps d'exposition et la fréquence de balayage seraient respectivement de $3,25 \text{ ms}$ et de 307 lignes par seconde si l'on considère une épreuve de canotage où la vitesse de l'image V_i défilant devant le barreau est de 4 mm/s .

Il ressort de ce qui vient d'être dit que, pour obtenir une image non déformée de la course à chronométrer, il est indispensable d'adapter la fré-

quence de balayage du barreau à la vitesse de l'image défilant sur ce barreau de la même façon qu'on adapte la vitesse du film dans un système utilisant un film défilant derrière une fente (procédé du photo-finish décrit dans le document CH-A-399 028). Dans le dispositif exposé au document CH-A-590 518 cité plus haut, cette adaptation n'est réalisée que pour des vitesses de course élevée, en l'occurrence pour des véhicules automobiles. Or, on comprend que pour capter l'image d'une course d'athlétisme, non seulement il faut réduire la fréquence de balayage du barreau aux valeurs indiquées ci-dessus, mais encore il faut pouvoir disposer d'un lecteur (moniteur, enregistreur vidéo) dont la fréquence de balayage soit accordée et synchronisée avec celle qui explore le barreau. Cela ne pourra jamais être le cas si l'on désire utiliser un lecteur du commerce conçu pour une fréquence unique ($15'625$ lignes par seconde) et fixée une fois pour toutes. Pour résoudre ce problème, on peut proposer l'utilisation d'un lecteur à fréquence adaptable. On pourrait aussi proposer que le traitement et le stockage des images soient réalisés dans un PC. Quelle que soit la solution choisie, il faudra mettre en oeuvre un appareillage compliqué et donc très onéreux.

Le document EP-A-0 223 119 propose cependant un appareil de prise de vue pour courses sportives comportant un générateur d'impulsions pour commander le transfert des charges d'un capteur à l'autre, de telle manière qu'on fait correspondre la vitesse de ce transfert à la vitesse de l'image de la course se déplaçant devant le dispositif. Aucun détail cependant n'est indiqué sur la façon dont est reconstituée l'image, le texte se contentant d'expliquer que cette reconstitution est réalisée selon des techniques propres à la télévision, la fréquence ligne étant synchronisée sur la fréquence de transfert des charges, ce qui implique un moniteur et un enregistreur vidéo hors normes.

Le document EP-A-0 207 675 propose également un appareil d'enregistrement vidéo pour courses sportives comportant un capteur unidimensionnel en forme de barreau. Le signal recueilli à la sortie du capteur est converti par un convertisseur A/D en une série d'éléments d'image qui sont emmagasinés dans une mémoire vidéo pour former une pluralité d'images disposées bout à bout. Ce système est cependant limité à la capacité de la mémoire, typiquement à 16 images TV, comme l'indique la description. Cela est dû au fait qu'il n'y a pas, dans ce système, deux mémoires tampons travaillant alternativement l'une en lecture et l'autre en écriture, comme c'est le cas dans l'invention qui sera décrite plus loin.

Le document US-A-4 133 009 propose quant à lui deux mémoires tampons travaillant alternative-

ment. Cependant, la capacité de ces mémoires est réglée sur une image TV entière d'où il ne résulte pas de difficulté à reconstruire l'image TV dans un moniteur et dans un enregistreur vidéo normalisés. Ce système ne saurait être appliqué à la prise de vue de courses doublée d'une échelle des temps car on aboutirait à des indéterminations en passant d'une image à l'autre (chevauchement) puisqu'à aucun moment on ne trouve sur l'écran la juxtaposition d'une pluralité de portions d'image en même temps, ce qui amène une continuité temporelle entre une des portions et les portions qui précèdent et suivent ladite portion, comme le propose la présente invention.

Si la présente invention utilise quelques unes des caractéristiques décrites dans les trois documents qui viennent d'être discutés, c'est dans un but tout différent que celui poursuivi pas lesdits documents. Le problème à résoudre ici résulte du fait que, comme la fréquence d'acquisition d'image par le barreau n'est pas synchrone avec la fréquence de visualisation, on procède à une génération de portions d'image utilisant des mémoires tampons, ces portions d'image étant ensuite stockées dans une mémoire image, puis lues de façon discontinue par saut de portions d'image en synchronisme avec un balayage TV standard. Grâce à cela, les images sont enregistrées et visualisées au moyen d'un enregistreur et d'un moniteur du commerce à fréquence de balayage fixe et normalisée.

Ainsi, le but principal de la présente invention est d'offrir un appareillage pour le chronométrage de courses, équipé d'un barreau CCD unidimensionnel, qui soit adapté à plusieurs vitesses de courses sans déformation d'image et cela en utilisant un simple lecteur d'image à norme standard TV, couramment obtainable sur le marché. Ainsi avec ce système, le moniteur et l'enregistreur vidéo seront bon marché et contribueront alors à réduire le prix de l'ensemble de l'appareil.

Pour cela, l'appareil de l'invention est remarquable par le fait qu'il comporte :

- des moyens pour lire à fréquence déterminée, choisie en fonction de la vitesse de la course, le contenu du barreau, ledit contenu se présentant sous la forme d'un signal électrique correspondant au profil d'intensité de l'image de la ligne à un instant donné,
- des première et seconde mémoires tampons alternativement aptes à mémoriser un nombre déterminé de signaux électriques issus de lectures successives du barreau pour former respectivement des première et seconde portions d'image de la course,
- des moyens pour transférer alternativement lesdites première et seconde portions d'image dans une mémoire image apte à emmagasiner n portions d'image de capacité sensiblement égale, l'appareil

étant arrangé de telle manière que, lorsque la première mémoire tampon emmagasine les signaux issus du barreau, la portion d'image contenue dans la seconde mémoire tampon est écrite dans la mémoire image et vice-versa, ladite mémoire image présentant, lors de chaque écriture, une portion d'image en écriture et n-1 portions d'image déjà écrites,

- des moyens pour lire selon un ordre déterminé lesdites n-1 portions déjà écrites dans la mémoire image de telle manière que la première portion d'image lue corresponde à la portion temporellement la plus fraîche déjà écrite dans la mémoire image et ainsi de suite selon un ordre chronologique, et

- un moniteur à norme TV standard pour afficher sur un écran les n-1 portions d'image lues dans la mémoire image de telle manière que, lors de chaque écriture d'une portion d'image nouvelle dans la mémoire image, la portion la plus fraîche apparaissant sur l'écran prend la place de la portion précédente, cette dernière subissant un déplacement par bond pour venir se placer à côté de ladite portion la plus fraîche, et

- un enregistreur à norme TV standard pour enregistrer les images apparaissant sur le moniteur.

L'invention sera décrite maintenant à l'aide de la description qui suit, illustrée à titre d'exemple par le dessin dans lequel :

- les figures 1 et 2 représentent l'art antérieur discuté plus haut,

- la figure 3 est un schéma bloc illustrant l'invention selon un mode d'exécution simplifié permettant la seule acquisition d'images et comportant essentiellement deux mémoires tampons et une mémoire image,

- la figure 4 est un graphisme illustrant comment, à partir de portions d'image emmagasinées dans une mémoire image on construit une image complète visible sur un moniteur,

- la figure 5 est un schéma bloc illustrant l'invention selon un mode d'exécution évolué permettant, en plus de l'acquisition des images, l'inscription du temps correspondant aux images,

- la figure 6 est un graphisme qui reprend partiellement le graphisme de la figure 4 dans lequel une échelle des temps est ajoutée,

- la figure 7 est un diagramme des temps applicable au schéma bloc de la figure 5 indiquant le cheminement de l'acquisition des images, et

- la figure 8 montre comment sont organisées les mémoires tampons et la mémoire image, ainsi que la manière dont sont transférés les signaux desdites mémoires tampons à ladite mémoire image.

Le schéma bloc de la figure 3 montre un mode d'exécution simplifié de l'invention. Ici des coureurs 2, évoluant chacun sur un couloir 4 à une vitesse

Vm, passent à tour de rôle une ligne de passage 90 qui peut être la ligne d'arrivée de la course. Dans le prolongement de cette ligne de passage, on trouve un dispositif optique ou objectif 1 faisant partie d'une caméra 15. L'image de la ligne 90 est formée sur un barreau photosensible 5 se trouvant derrière l'objectif 1. Dans un plan perpendiculaire à la figure 3, le barreau 5 se présente comme illustré à la figure 2 et composé d'une pluralité de pixels juxtaposés en une seule colonne. L'image du coureur défile à la vitesse Vi devant le barreau. Une base de temps ou timer 25, reliée à la caméra par la connexion 35 permet de lire à fréquence déterminée le contenu du barreau, chaque lecture étant suivie d'un rafraîchissement du barreau. La fréquence de lecture est choisie pour correspondre à la vitesse Vi de l'image de la course. On comprend donc qu'à un instant donné le contenu du barreau, se présentant sous la forme d'un signal électrique, se trouve être égal au profil d'intensité de l'image de la ligne 90.

La fréquence de lecture du barreau est choisie par l'opérateur de l'appareil en fonction de la vitesse de la course dont il doit retenir les images. Pour cela l'opérateur dispose d'un clavier 27 sur lequel il peut introduire manuellement la valeur de cette vitesse. Un micro-contrôleur 26 sert d'interface entre le clavier 27 et la base de temps 25, ce qui permet de dériver de la base de temps - délivrant généralement l'heure du jour - la fréquence de lecture choisie par l'opérateur. Par le clavier également, l'opérateur peut signaler à la personne préposée à donner le signal de départ de la course que l'appareil est prêt à recevoir les images de la course. Ce signal est issu de la base de temps 25 par la ligne R (ready). Inversement, la base de temps 25 de l'appareil peut être mise à zéro puis enclenchée par le signal de départ de la course, et cela par la ligne S (start). On mentionnera que la base de temps 25 et le micro-contrôleur sont des circuits obtenables dans le commerce, par exemple sous la dénomination Intel 80186 qui réunit les blocs 25 et 26 en un seul composant intégré.

Les signaux électriques issus de lectures successives du barreau sont mémorisés d'abord dans une première mémoire tampon 19 par l'intermédiaire d'un commutateur 28 se trouvant selon la position dessinée en figure 3. Dans le mode d'exécution pris en exemple, quand 128 colonnes comportant 512 pixels ont été mémorisées dans le tampon 19, le timer 25 commute la sortie du barreau sur l'entrée d'une seconde mémoire tampon 20 qui mémorise à son tour 128 nouvelles colonnes captées par le barreau. On est donc en présence de portions d'image comportant chacune 128 colonnes. Dans l'exemple d'un balayage de 2'000 colonnes par seconde, chaque portion d'image représente donc un temps de course de

128/2'000 = 64 ms.

La figure 3 montre que le contenu des mémoires tampons 19 et 20 peut être acheminé alternativement, par l'intermédiaire d'un autre commutateur 29, à une mémoire image ou vidéo RAM 21. Ce commutateur est commandé par le timer 25. On voit que, lorsque la mémoire tampon 19 emmagasine les signaux électriques en provenance du barreau 5, le contenu de la mémoire tampon 20 est transféré dans la mémoire image 21 et vice-versa. Pour cela on comprend que les commutateurs 28 et 29 sont actionnés en synchronisme et commandés par le timer 25. On notera ici que les mémoires tampons sont capables d'emmagasiner 128 colonnes comportant chacune 512 signaux distincts. Ce peut être des mémoires du type Hitachi HM 62536.

La mémoire image 21 a une capacité suffisante pour mémoriser n portions d'image en provenance des mémoires tampons 19 et 20. Quand l'appareil fonctionne et à chaque instant de son fonctionnement, on comprendra donc que la mémoire image présente une portion d'image en train d'être transférée ou en écriture et n-1 portions d'image déjà transférées ou déjà écrites. Une telle mémoire peut être du type Intel 514256. Au moyen d'un contrôleur vidéo 24 - qui peut être du type Intel 82786 - on lit ensuite selon un ordre déterminé les n-1 portions d'image déjà écrites dans la vidéo RAM 21 de telle manière que la première portion d'image lue corresponde à la portion temporellement la plus fraîche écrite dans ladite vidéo RAM et ainsi de suite selon un ordre chronologique. Ensuite, les images lues selon l'ordre indiqué ci-dessus sont affichées sur un moniteur 23 à norme TV standard et parallèlement enregistrées sur un enregistreur 22 à norme TV standard de telle façon que, après chaque écriture d'une portion d'image nouvelle dans la mémoire image 21, la portion la plus fraîche affichée sur l'écran du moniteur 23 prend la place de la portion précédemment affichée, cette dernière subissant un déplacement par bond pour venir se placer à côté de la portion la plus fraîche.

Si l'on désire un ordre croissant des temps s'étendant de gauche à droite sur l'écran, on s'arrangera pour que la portion d'image la plus fraîche apparaissant sur l'écran se trouve à droite de cet écran, l'affichage d'une portion d'image nouvelle chassant vers la gauche la portion d'image qui s'y trouvait auparavant. Il s'agit là d'une reconstruction d'image à partir de plusieurs images partielles, chacune de ces images partielles comportant, dans le mode d'exécution pris en exemple, 128 colonnes. Comment s'opère la synchronisation avec une norme TV standard sera expliqué plus loin quand sera discuté un mode plus complet d'exécution de l'invention.

La figure 4 fera comprendre le mécanisme de

reconstruction d'image mentionné ci-dessus. La référence 21 désigne la mémoire image et la référence 23 l'écran du moniteur. La mémoire image peut contenir cinq portions d'image représentées par cinq casiers numérotés de 1 à 5. Il y a d'abord transfert du contenu de la mémoire tampon 20 (voir figure 3) dans la mémoire image 21. Le coureur 70 est alors écrit dans le casier 1. Après ce transfert, on lit les casiers 2 à 5 de la mémoire image et on les affiche sur le moniteur. Dans l'exemple, les casiers 2 à 5 de la mémoire étant vides d'information, le moniteur n'affichera aucune information (fig. 4A). Lorsque la mémoire tampon 19 est entièrement remplie par la portion image acquise du barreau 5, les commutateurs 28 et 29 changent de position et le contenu du tampon 1 est transféré dans le casier 2 de la mémoire image : le coureur 71 est écrit dans ce casier 2. Après cette écriture, on lit, dans l'ordre 3, 4, 5 et 1 les casiers de la mémoire image. Le coureur 70 apparaît à droite de l'écran du moniteur 23 (fig. 4B). Lors de l'étape suivante montrée en figure 4C, il y a nouvelle acquisition au casier 3 de la mémoire image, acquisition figurée par le coureur 72. Après cette acquisition, on lit à nouveau les casiers déjà écrits de la mémoire image de telle manière que la première portion d'image lue corresponde à la portion temporellement la plus fraîche déjà écrite dans la mémoire. Il s'agit ici du coureur 71 suivi du coureur 70 et des deux casiers vides 5 et 4. Apparaissent alors sur l'écran du moniteur, de droite à gauche, les coureurs 71 et 70, le coureur 70 s'étant déplacé vers la gauche pour laisser sa place au nouveau venu 71. Lors de l'étape suivante (fig. 4D), c'est le coureur 73 qui est transféré dans la mémoire image 21, provoquant l'affichage, sur l'écran du moniteur 23, des coureurs 72, 71 et 70. Le processus continue ainsi de suite comme montré aux figures 4E et 4F. A remarquer en figure 4F, que le transfert du nouveau coureur 74 dans la mémoire image a chassé du moniteur le premier coureur 70 qui n'apparaît plus sur l'écran. Dans l'exemple figuré ici, on voit que la mémoire image peut contenir cinq portions d'image ($n = 5$) et que l'écran du moniteur affiche quatre de ces portions ($n-1 = 4$). On notera que l'invention n'est pas limitée à cette disposition et que n peut être différent de cinq.

Ce qui précède a expliqué le principe général de l'invention à savoir comment on construit une image complète à partir de portions d'image se déplaçant par saut au fur et à mesure de leur acquisition. Il s'agit là cependant d'une version très simplifiée de l'invention qui ne permet que d'apprécier le rang des coureurs. Comme, dans la plupart des cas, en plus de la nécessité de départager les concurrents selon le rang qu'ils occupent, il est indispensable de déterminer le temps mis par cha-

que concurrent pour parcourir l'espace séparant la ligne de départ de la ligne sous contrôle, il est nécessaire d'adjoindre à l'image de la course une échelle des temps correspondant à ces images.

La figure 5 présente un mode de réalisation plus perfectionné de l'invention qui reprend tous les éléments discutés à propos de la figure 3 en leur adjoignant des éléments permettant la création d'une échelle des temps et d'autres éléments apportant certains avantages qui apparaîtront à la lecture des lignes qui suivent.

La caméra 15 sommairement schématisée sur la figure 5 comporte un barreau 5 d'au moins 512 pixels disposés en colonne. Les signaux issus du barreau sont amplifiés par un amplificateur 16 dont le gain peut être varié, par exemple en fonction automatique de l'éclairement de l'objet à capter. Un premier convertisseur 17 transforme les signaux analogiques issus de l'amplificateur 16 en signaux numériques, chaque pixel étant représenté par 8 bits (= 1 byte). Les six premiers bits englobent des informations relatives à 64 niveaux de gris du pixel, les deux derniers pouvant être utilisés par exemple à transmettre des informations relatives à la couleur du pixel. La caméra est commandée par un contrôleur 18 d'où sont issues, par exemple, la fréquence de balayage du barreau (ligne 49), la commande de gain de l'amplificateur (ligne 50) et la commande du convertisseur (ligne 51). Le contrôleur 18 reçoit des signaux de la base de temps 25 (ligne 35) et est lié au micro-contrôleur 26 par une ligne bi-directionnelle 61. On a dit plus haut que cette caméra peut être achetée toute faite auprès de la société i2s (Bordeaux, France). Les signaux issus de la caméra 15 par la ligne 91 sont acheminés sur le commutateur 28 pour alimenter alternativement les mémoires tampons 19 et 20 comme cela a déjà été expliqué plus haut. De même, dès qu'un tampon est rempli, son contenu est écrit dans la mémoire image 21 via le commutateur 29 et la ligne 55. Les signaux recueillis à la sortie de la mémoire image sont acheminés via la ligne 54 à un second convertisseur 43 qui convertit le signal numérique en provenance de la mémoire image en un signal analogique qui attaque par les lignes R, G, B un codeur destiné à rattacher le système aux lecteurs (moniteur et enregistreur vidéo) classiques selon norme TV couleur standard. On mentionnera qu'on peut utiliser, pour le second convertisseur 43, le circuit Booktree BT 478 et pour le codeur le circuit Motorola MC 1377 en norme PAL ou NTSC. Un circuit Philips TDA 2506 permettrait de s'adapter à la norme SECAM. Les autres éléments (tampons, mémoire image, timer, micro-contrôleur) sont du même type que ceux déjà cités plus haut.

Le schéma de la figure 5 est remarquable en ce sens qu'il permet de créer une échelle de

temps graphique avec repères numériques permettant une lecture aisée du temps de course. Le générateur graphique est représenté en 39. Il forme avec le contrôleur vidéo 24 déjà mentionné à propos de la figure 3 et un générateur d'adresse vidéo 40, un composant unique 60 qui est du type Intel 82786 déjà nommé.

La construction de l'image se fait de la même façon que celle discutée à propos des figures 3 et 4 avec une échelle des temps en plus. La figure 6 montre une situation particulière prise au même moment que celui représenté à la figure 4C. La mémoire image 21 comporte une zone image 81 comprenant les coureurs 70, 71 et 72. Cette zone comporte cinq portions, chacune composée de 128 colonnes, chaque colonne comprenant elle-même 480 bytes. La mémoire image 21 comporte encore une zone d'échelle de temps 82 comprenant des subdivisions de temps 92 et un graphisme 93 libellé en minutes, secondes et dixième de seconde (par exemple 1'13"20). Cette zone comporte également cinq portions, chacune composée de 128 colonnes, chaque colonne comportant 32 bytes. Dans la figure 6, le coureur 72 est en écriture dans la mémoire image et les coureurs 71 et 70 sont déjà écrits dans ladite mémoire. Il s'en suit qu'apparaissent sur l'écran 23 les coureurs 71 et 70, le coureur 71 le plus récemment acquis apparaissant à la droite de l'écran. Si l'on trace les droites 105 et 94, ce que d'ailleurs s'appliquera à faire un curseur dont il sera question plus loin, à la verticale de la position des coureurs, on trouve que le coureur 70 a franchi l'espace séparant la ligne de départ de la ligne sous contrôle en un temps égal à 1'13"15, alors que le coureur 71 a franchi le même espace en un temps égal à 1'13"213, le coureur 70 précédant donc de 6,3 centièmes de seconde le coureur 71.

La figure 7 est un diagramme des temps qui fera comprendre le fonctionnement du schéma de la figure 5. La ligne A de la figure 7 indique l'échelle des temps, 20 millisecondes séparant deux divisions. La ligne B indique, en norme TV standard 625 lignes et référencées par 1, 2, 3, etc., la succession des demi-images valant chacune 20 ms. Les lecteurs (moniteur 23 et enregistreur 22) obéissent à cette norme dans l'exemple choisi ici. A partir de la caméra 15, on acquiert des images à une cadence que l'on choisit à 2'000 colonnes par seconde, ce qui correspond à la course d'athlétisme évoquée plus haut. Le temps de remplissage d'une mémoire tampon 19 ou 20 va donc durer $128/2'000 = 64$ ms, ce qui est montré aux lignes C et D du diagramme de la figure 7. Lorsque le tampon 1 est en acquisition, les commutateurs 28 et 29 occupent la position dessinée à la figure 5 et le tampon 2 est en situation de pouvoir transférer son contenu à la mémoire image. Quand le tampon

1 est rempli, le timer 25, via un générateur d'adresse dont le rôle sera expliqué plus loin, fait basculer, par la ligne 30, les commutateurs 28 et 29. Le tampon 1 peut alors être transféré dans la mémoire image (flèche 95). Ce transfert est représenté par la ligne E du graphique de la figure 7. La figure montre que le transfert n'a pas lieu immédiatement mais seulement en synchronisme avec le début du balayage de la demi-image suivant immédiatement la fin du remplissage du tampon 1, en l'occurrence le début de la demi-image 5 de la ligne B. A la fin de cette opération, les 128 x 512 bytes du tampon 1 sont présents dans la mémoire image et le temps de transfert aura duré pendant le temps représenté en 96 sur la ligne E. La portion d'image mémorisée dans la mémoire image peut alors être visualisée sur l'écran du moniteur. Cette visualisation commence dès le début du balayage d'une demi-image suivant immédiatement la fin du transfert dans la mémoire image (flèche 97), en l'occurrence au début de la demi-image 6 (ligne B) et s'arrête à la fin de la demi-image 8 à partir de laquelle c'est le tampon 2, transféré par 98 dans la mémoire-image qui est visualisé sur l'écran selon le même processus que celui expliqué ci-dessus à propos du tampon 1. On remarque alors que les portions 1, 2, 3, etc. visualisés sur l'écran (ligne G) sont alors complètement synchrones avec les images TV à norme standard. La figure montre que les portions 1, 3, 4 et 5 durent 60 ms et la portion 2 dure 80 ms. Si l'on continuait le graphique, on retrouverait de nouvelles portions à 80 ms, par exemple celle qui serait la portion 7 de la ligne G. On trouve donc des portions de visualisation dont la durée d'immobilisation sur l'écran couvre trois, respectivement quatre demi-images, ce qui correspond à au moins une image complète TV dans le premier cas et à deux images complètes dans le second cas.

On ajoutera à cela que le transfert de la portion d'image contenue dans le tampon vers la vidéo RAM 21 s'effectuera durant les lignes TV non utilisées, soit dans l'exemple et pour une image, durant $625 - 512 = 113$ lignes. Ce transfert doit être synchronisé avec la fréquence image ou fréquence trame, et on disposera pour ce faire d'au plus trois demi-images. Le graphique de la figure 7 montre un transfert fait en une seule fois, mais on comprendra qu'il pourrait se faire en trois fois. Ceci étant, le temps de transfert disponible vaut $113 \cdot 64 \mu s \cdot 3/2 = 10'848 \mu s$, si $64 \mu s$ est la durée d'une ligne en TV 625 lignes. Ce temps permet de calculer le temps de transfert d'un byte qui est de $10'848 / (128 \cdot 512) = 0,165 \mu s$, temps tout à fait compatible avec les mémoires se trouvant actuellement sur le marché.

La figure 7 montre encore en ligne H la création de l'échelle des temps. Pendant que le tampon

1 se charge en image acquise du barreau, le générateur graphique 39 de la figure 5, lié au timer 25 par la ligne 52 génère une échelle des temps synchrones avec les colonnes acquises du barreau. Au début de l'acquisition d'une portion d'image, le temps de course ou l'heure du jour est lue sur un compteur de chronométrage. En connaissant le temps d'origine d'une portion et l'incrément de temps pour chaque colonne de cette portion, le générateur graphique dispose de suffisamment d'informations pour tracer l'échelle de temps pour les 128 colonnes d'une portion. Pour faire ce travail, le générateur 39 dispose au minimum de 64 ms, durée de remplissage d'une mémoire tampon, durée de laquelle il faut soustraire le temps de transfert des données graphiques dans la vidéo RAM. Les pixels ainsi générés sont provisoirement déposés dans une mémoire RAM graphique de 128 x 32 pixels faisant partie intégrante du générateur graphique 39. Ces informations seront ensuite transférées à la mémoire image 21 par la ligne 53 à la suite des données images en provenance d'un des deux tampons 19 ou 20. Le diagramme de la figure 7 montre que le transfert 96 d'une portion d'image est suivi du transfert 99 (ligne I) de l'échelle 1 dans la mémoire image (flèche 100). Dès que ce transfert a eu lieu, le générateur graphique est à nouveau disponible pour la création de l'échelle suivante, en l'occurrence l'échelle 2 (flèche 101). Finalement, la première portion d'image à apparaître sur l'écran est complète avec, dans la zone supérieure 83, l'image de la course et, dans la zone inférieure 85, le temps correspondant à l'image de la course, ce que montre la ligne J de la figure 7.

La figure 5 montre encore un commutateur 37 commandé par le contrôleur vidéo 24 par la ligne 58. On comprendra que lorsque la mémoire image 21 est en mode lecture (transfert des données vers l'écran de visualisation) le commutateur 37 est positionné comme montré sur la figure, alors que, lorsque cette mémoire est en mode écriture, le commutateur relie les lignes 34 et 57 du schéma.

Le générateur graphique 39 peut délivrer d'autres informations que celles relatives au temps proprement dit. C'est ainsi que dans la zone graphique pourrait apparaître, pour chaque portion d'image, un numéro d'ordre indiquant de manière croissante l'ordre d'acquisition de ces portions, ce qui permettrait de faciliter le repérage. La zone graphique pourrait aussi porter un texte identifiant la course à laquelle on a affaire.

En plus de ce qui est montré à la figure 3, la figure 5 fait voir encore un générateur d'adresse 38 qui agit directement sur les tampons 19 et 20 par la ligne 36. La mémoire tampon utilisée ici emmagasine les pixels les uns derrière les autres comme on le voit à la référence 19 de la figure 8. Le pixel

1 de la colonne 1 est suivi par 128 x 512 pixels pour se terminer au pixel 65536 de la colonne 128. Il s'en suit que ce type de mémoire n'est pas organisé pour être lue selon un balayage horizontal propre à la norme TV standard. C'est le rôle du générateur d'adresse de procéder à un transfert des pixels dans la mémoire image selon un ordre qui soit comptable avec cette norme TV standard. La figure 8 montre en 21 une portion de la mémoire 21 organisée comme il convient.

Le schéma de la figure 5 montre un enregistreur vidéo 22. On a vu que la génération d'image se fait de façon discontinue par saut de 128 colonnes. Ceci n'est en fait pas gênant car les images sont envoyées à l'enregistreur vidéo 22 puis exploitées en différé en mode image par image. De plus, à part l'utilisation en image par image, d'autres fonctions propres à un tel enregistreur trouveront une utilisation intéressante, notamment la digitalisation d'image, le zoom image dans image, la recherche de la bonne séquence d'image, etc.

Le clavier 27 de la figure 5 permet plusieurs fonctions importantes dont on peut citer :

- Initialisation du système, date, heure du jour, mode de représentation graphique, couleurs, etc.
- Introduction et mémorisation de plusieurs titres.
- Introduction des paramètres, par exemple vitesse d'acquisition.
- Gain, diaphragme pour la caméra.
- Armage du start pour le compteur de chronométrage.
- Début et fin acquisition.
- Ordres spécifiques au VCR tel que positionnement de la bande, recherche de la bonne séquence, image par image, arrêt sur image, enregistrement, lecture, etc., ceci en fonction des possibilités du VCR.
- Commande du curseur à l'écran. Celui-ci n'est incrusté qu'en mode lecture.
- Edition de titres.

Le curseur dont on vient de parler ci-dessus est créé par un générateur de curseur 41 qui apparaît à la figure 5. Ce générateur est apte à générer sur l'image affichée par le moniteur une barre verticale de faible épaisseur et traversant l'image du haut en bas. Cette barre peut être déplacée horizontalement de manière à attribuer un temps à un point de l'image qu'on choisit. Ce générateur de curseur peut être réalisé simplement au moyen d'un générateur de rampe et d'une tension de référence qu'on compare entre eux. On choisira une largeur de curseur de l'ordre de deux pixels.

Les exemples donnés ci-dessus se basent sur une norme européenne à 625 lignes. On comprendra que l'invention peut s'appliquer par analogie à d'autres normes, par exemple à la norme américaine à 525 lignes.

Revendications

1. Appareil pour le chronométrage de courses comportant un dispositif optique (1) installé à poste fixe et dans le prolongement d'une ligne de passage (90) d'une course comprenant plusieurs concurrents (2) pour projeter une image de cette ligne sur un barreau photosensible (5) comportant une pluralité de pixels (6) juxtaposés en une seule colonne, caractérisé par le fait qu'il comprend :

- des moyens pour lire à fréquence déterminée, choisie en fonction de la vitesse de la course, le contenu du barreau, ledit contenu se présentant sous la forme d'un signal électrique (11) correspondant au profil d'intensité de l'image de la ligne à un instant donné,

- des première (19) et seconde (20) mémoires tampons alternativement aptes à mémoriser un nombre déterminé de signaux électriques issus de lectures successives du barreau pour former respectivement des première et seconde portions d'image de la course,

- des moyens (28, 29) pour transférer alternativement lesdites première et seconde portions d'image (21) dans une mémoire image apte à emmagasiner n portions d'image de capacité sensiblement égale, l'appareil étant arrangé de telle manière que, lorsque la première mémoire tampon emmagasine les signaux issus du barreau, la portion d'image contenue dans la seconde mémoire tampon est écrite dans la mémoire image et vice-versa, ladite mémoire image présentant, lors de chaque écriture, une portion d'image en écriture et n-1 portions d'image déjà écrites,

- des moyens (24) pour lire selon un ordre déterminé lesdites n-1 portions déjà écrites dans la mémoire image de telle manière que la première portion d'image lue corresponde à la portion temporellement la plus fraîche déjà écrite dans la mémoire image et ainsi de suite selon un ordre chronologique,

- un moniteur (23) à norme TV standard pour afficher sur un écran les n-1 portions d'image lues dans la mémoire image de telle manière que, lors de chaque écriture d'une portion d'image nouvelle dans la mémoire image, la portion la plus fraîche apparaissant sur l'écran prend la place de la portion précédente, cette dernière subissant un déplacement par bond pour venir se placer à côté de ladite portion la plus fraîche, et

- un enregistreur (22) à norme TV standard pour enregistrer les images apparaissant sur le moniteur.

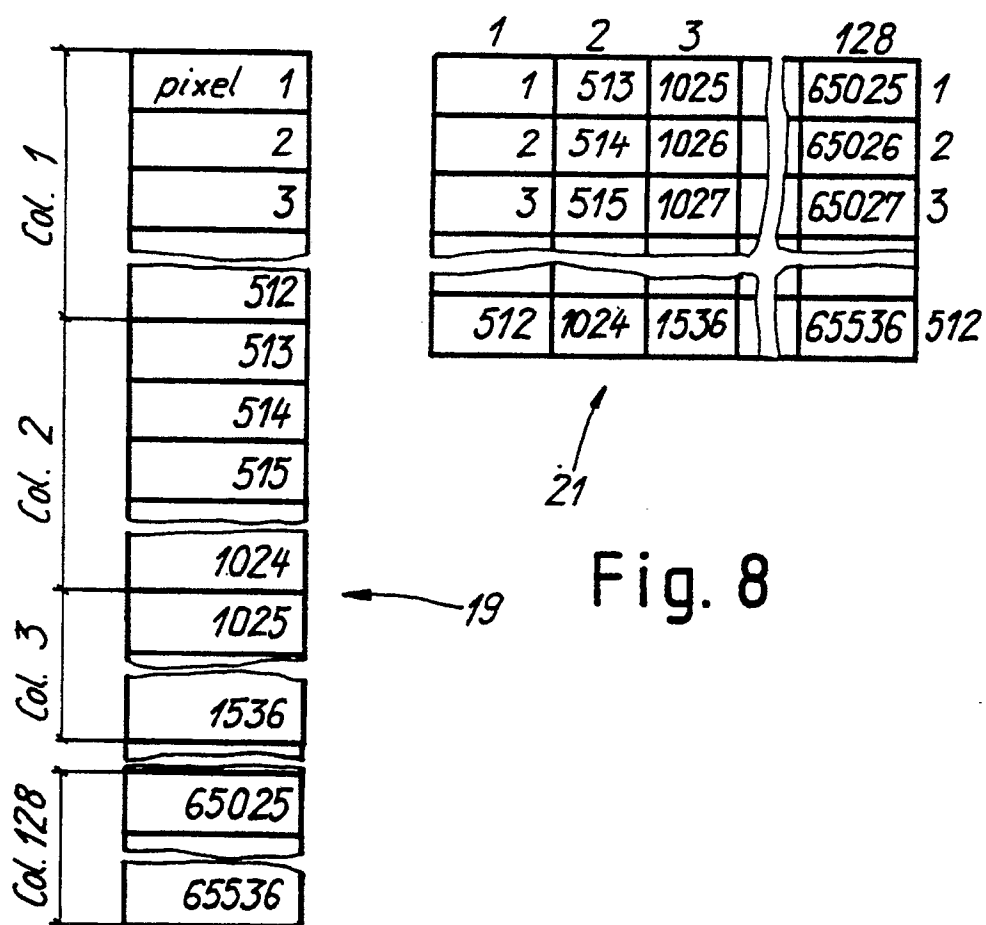
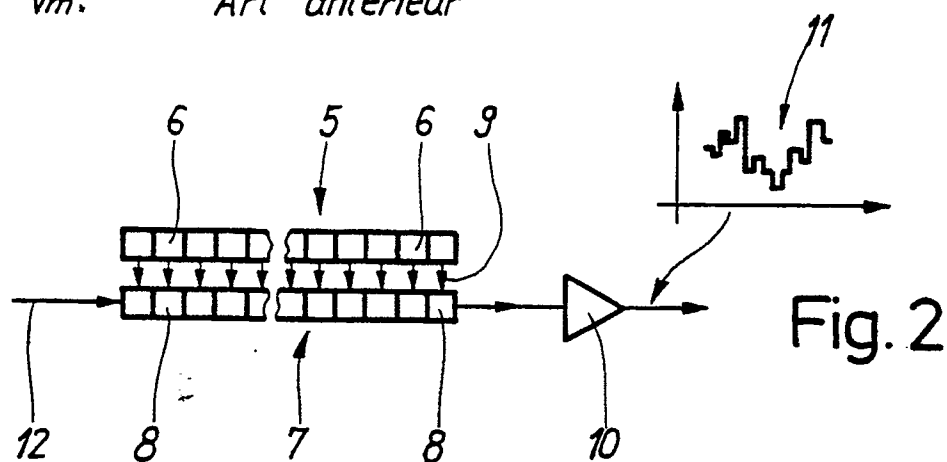
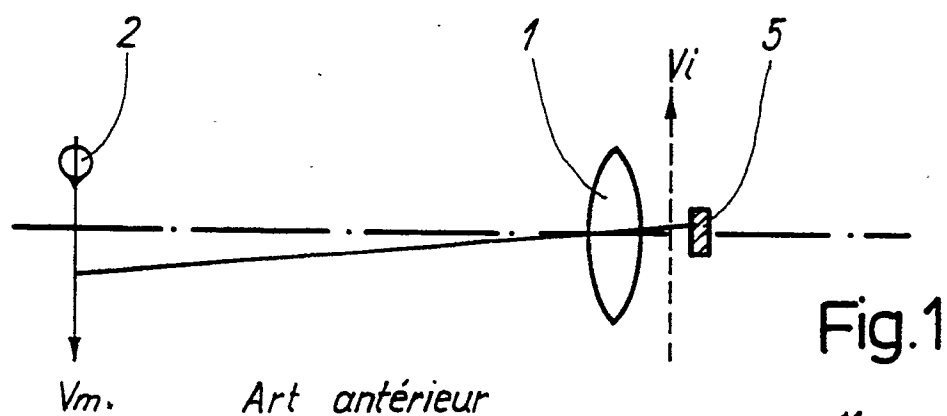
2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte un premier convertisseur (17) situé entre le barreau et lesdites première et seconde mémoires tampons pour convertir le signal électrique en provenance dudit barreau en un

signal numérique et un second convertisseur (43) situé entre la mémoire image et le moniteur pour convertir le signal numérique en provenance de la mémoire image en un signal analogique.

3. Appareil selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte une base de temps (25) et des moyens de mise à zéro et de démarrage de ladite base de temps, un générateur graphique (39) commandé par ladite base de temps et susceptible de générer une échelle des temps (92, 93) en synchronisme avec ladite fréquence déterminée, et des moyens pour emmagasiner graphiquement dans la mémoire image, en même temps que les portions d'image, ladite échelle des temps pour départager les concurrents prenant part à la course.

4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé par le fait qu'il comporte un générateur (41) apte à générer sur l'image affichée par le moniteur une barre verticale de faible épaisseur traversant l'image et susceptible d'être déplacée horizontalement de manière à attribuer un temps à un point de l'image qu'on choisit.

5. Appareil selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte un générateur d'adresses (38) agissant sur la mémoire tampon dont le contenu est transféré dans la mémoire image pour organiser, dans ladite mémoire image, l'emplacement desdits signaux électriques de telle manière qu'ils puissent être lus dans l'ordre par un balayage horizontal propre à la norme TV standard.



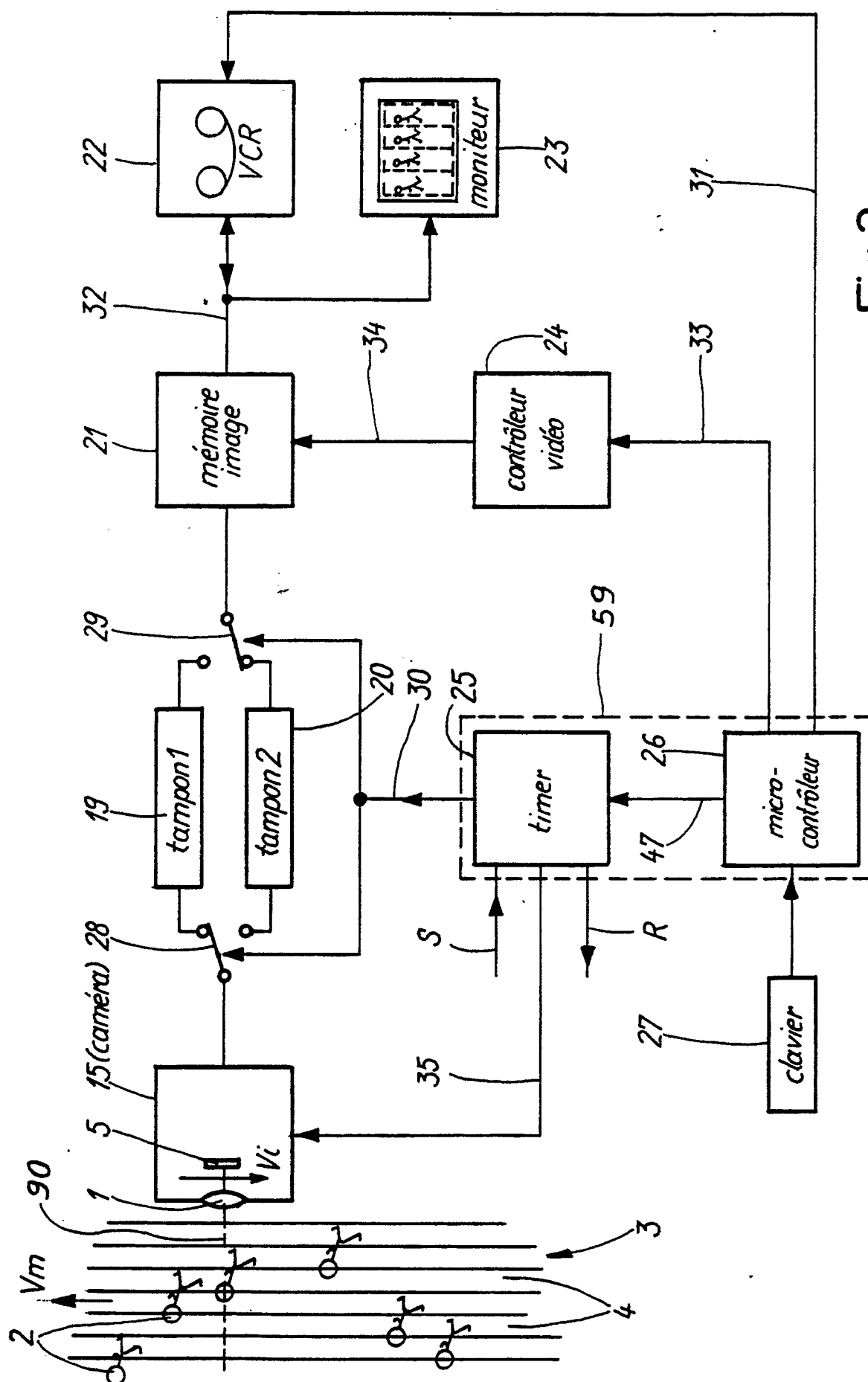


Fig. 3

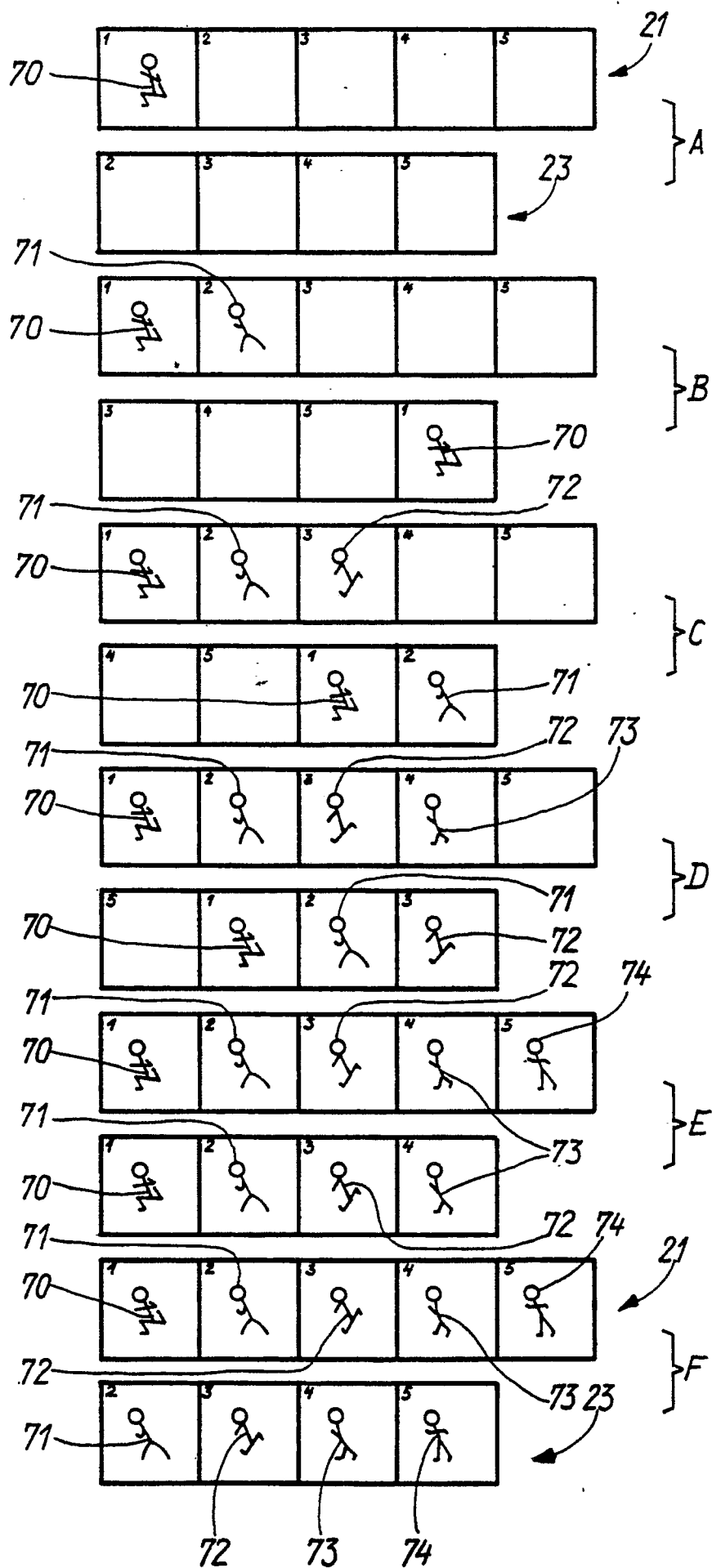


Fig.4

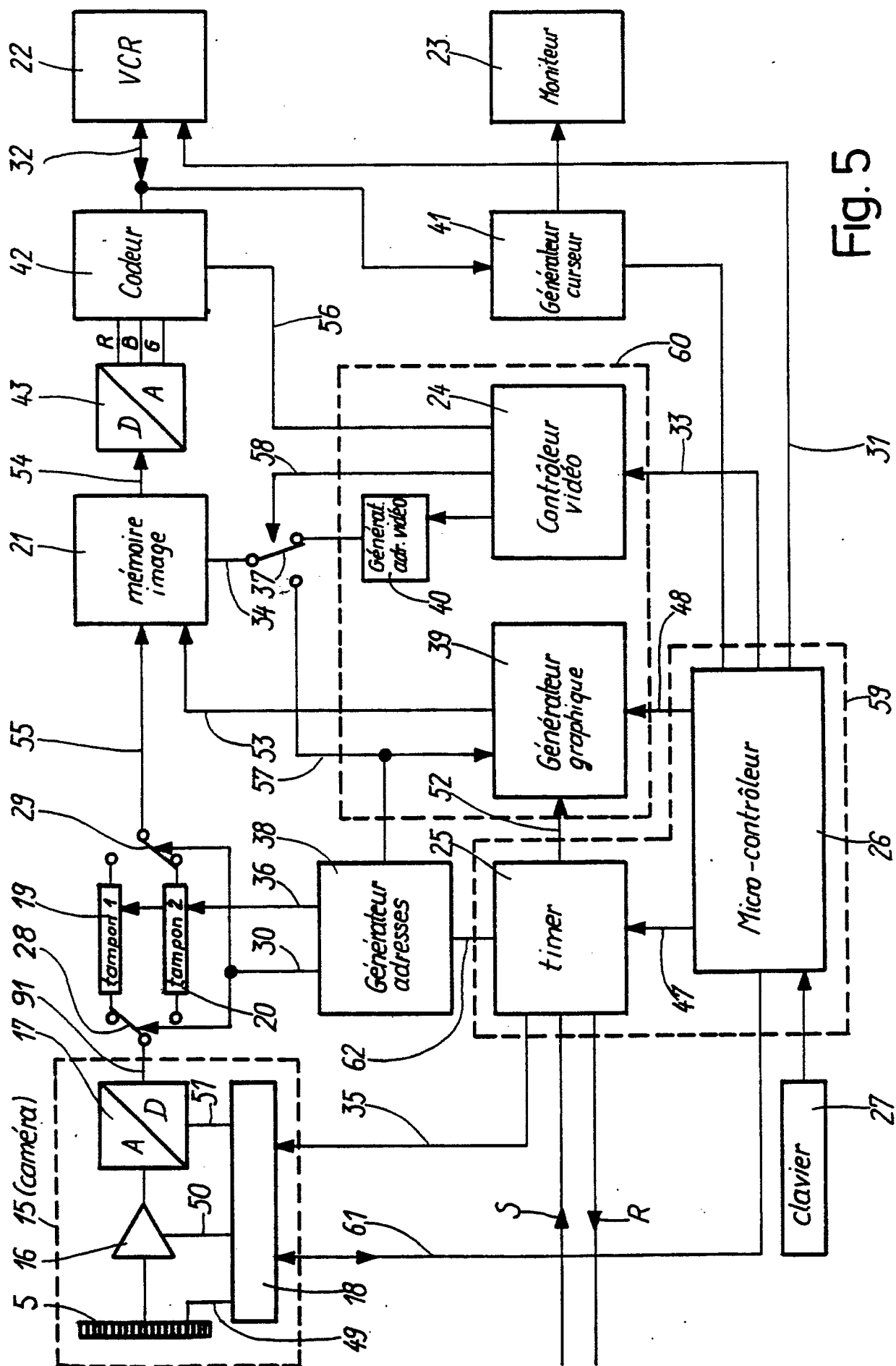


Fig. 5

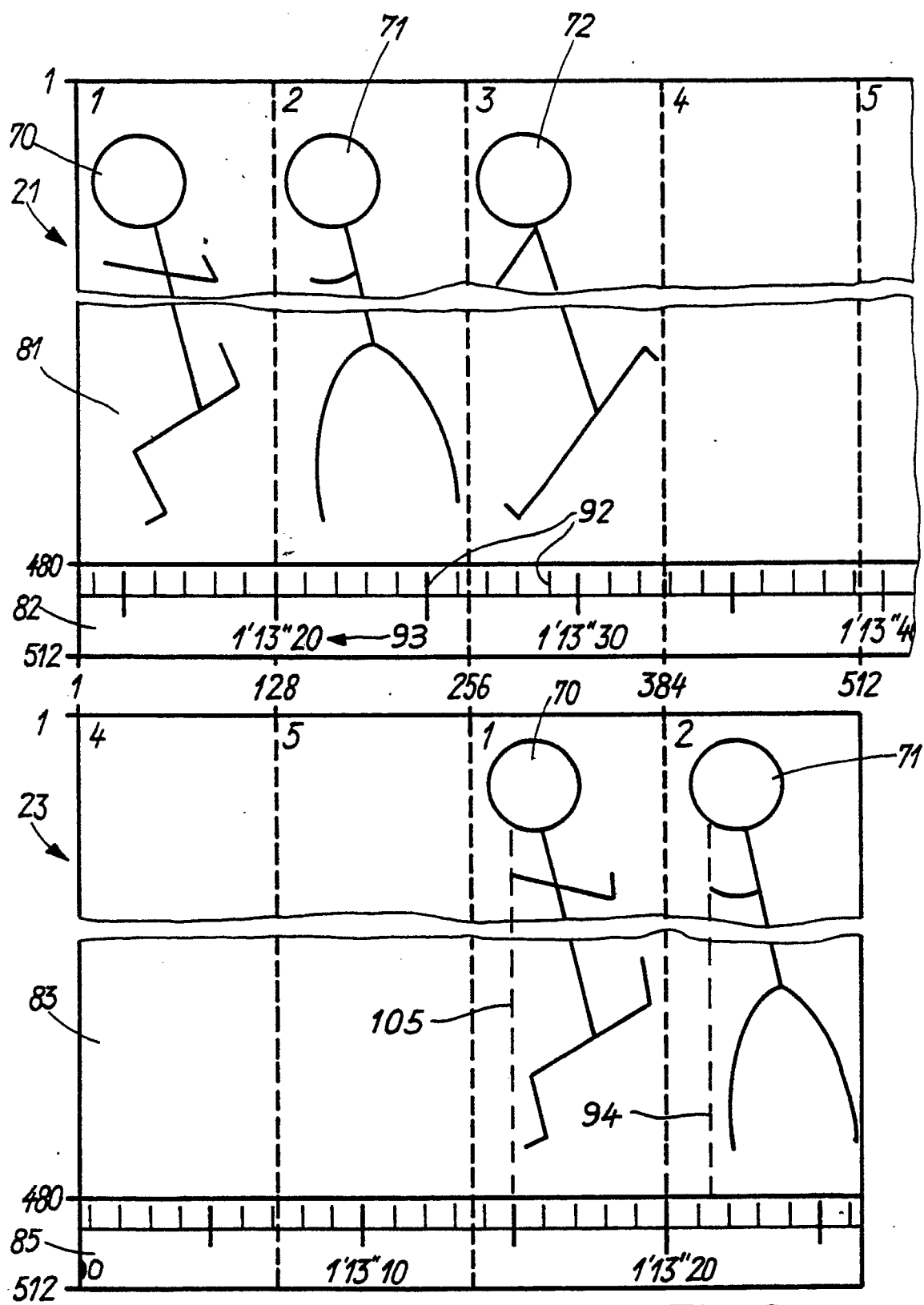
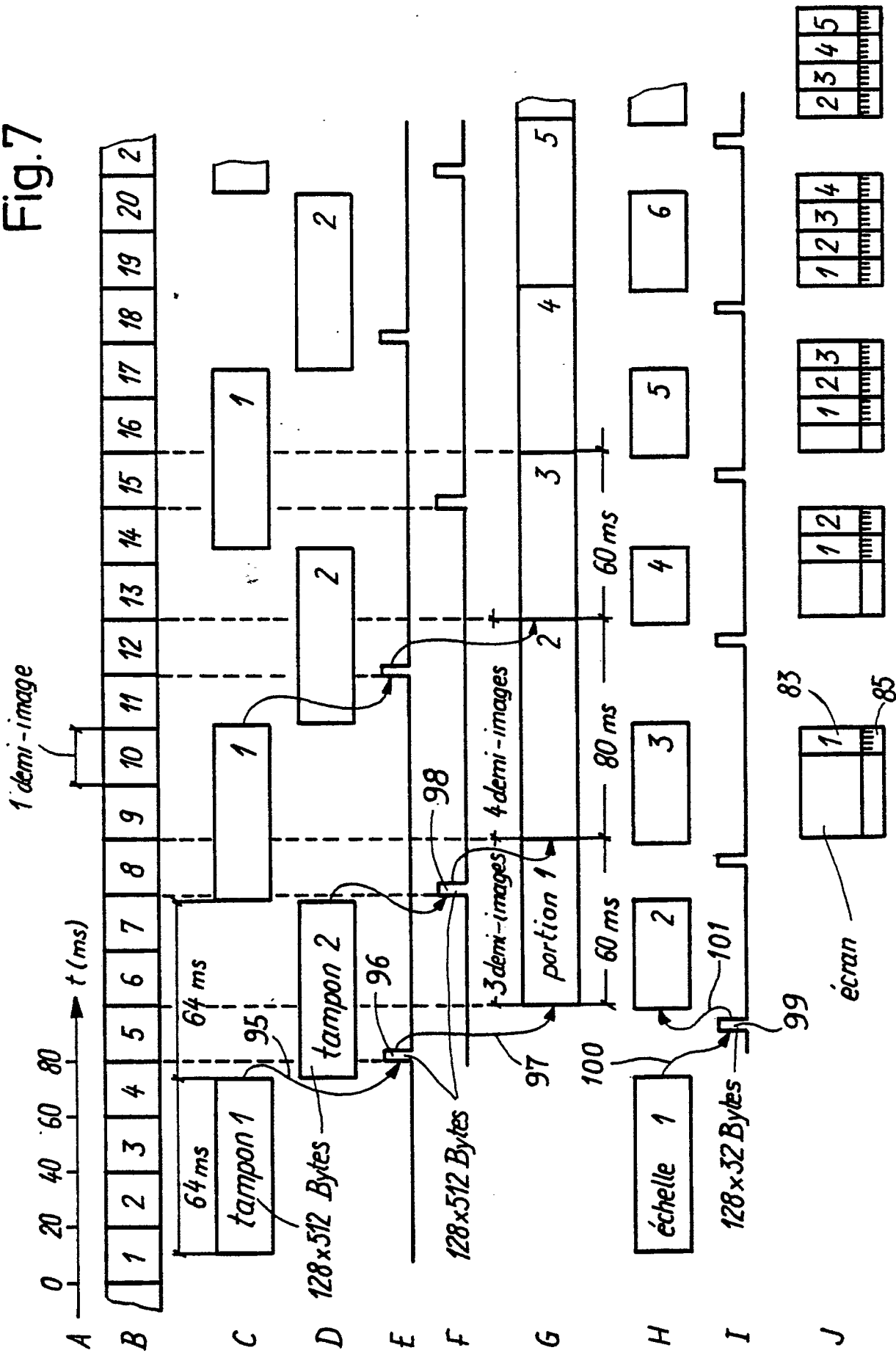


Fig.6

Fig.7





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 11 0672

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y,D	EP-A-0223119 (LONGINES) * colonne 3, ligne 36 - colonne 4, ligne 10 * * colonne 8, ligne 30 - colonne 9, ligne 32; revendications 1-4; figures * ---	1-3	G07C1/24 G04F13/02
Y,D	EP-A-0207676 (YAMAGUCHI CINEMA) * page 5, ligne 15 - page 8, ligne 12; revendications 1-9; figures *	1-3	
A,D	---	4	
Y,D	US-A-4133009 (KITTLER) * colonne 5, lignes 39 - 57 * * colonne 6, ligne 38 - colonne 7, ligne 13; figures *	1	
A,D	DE-A-2535539 (LONGINES) * revendications 1-8; figures *	1	
A	FERNSEH UND KINO TECHNIK. vol. 38, no. 2, février 1984, BERLIN DE pages 53 - 57; KNOB: "TV-kompatible Streak-Kamera mit hoher Zeitauflösung"		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	LA SUISSE HORLOGERE ET REVUE INTERNATIONALE DE L'HORLOGERIE vol. 83, no. 3, septembre 1968, pages 51 - 56; "Objectif Mexico"		G07C G04F H04N
A	EP-A-0002870 (HEUER-LEONIDAS) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 21 SEPTEMBRE 1990	Examineur MEYL D.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			