

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.11.99.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.05.01 Bulletin 01/18.

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) : BERTRAND DOMINIQUE — AU.

72 Inventeur(s) : BERTRAND DOMINIQUE.

73 Titulaire(s) :

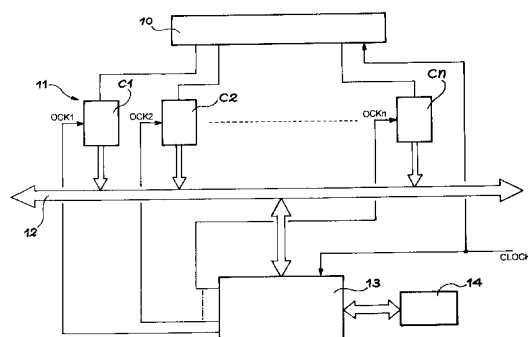
74 Mandataire(s) : BREVALEX.

54 PROCEDE ET DISPOSITIF D'ACQUISITION DE PIXELS.

57 La présente invention concerne un procédé d'acquisition de pixels utilisant un capteur de pixels, comprenant les étapes suivantes:

- on suréchantillonne temporellement et/ ou parallèlement le signal correspondant à chaque pixel, ce qui permet d'obtenir un ensemble de points,
- on soumet cet ensemble de points à un traitement pour obtenir l'équation exacte de la courbe de chaque pixel,
- on en déduit la valeur de chaque pixel à l'instant d'échantillonnage.

L'invention concerne également un dispositif d'acquisition de pixels.



PROCEDE ET DISPOSITIF D'ACQUISITION DE PIXELS**DESCRIPTION**

5

Domaine technique

La présente invention concerne un procédé et un dispositif d'acquisition de pixels

10

Etat de la technique antérieure

Les capteurs de pixels de l'art connu présentent différents inconvénients,

15

En effet, dans un capteur de pixels, qu'il soit de type CCD, CIS ou autre, on note que l'amplitude de son signal de sortie est liée directement à la surface sensible de chaque pixel. Comme chaque capteur de chaque pixel doit intégrer la quantité de lumière qu'il reçoit, il en résulte que l'amplitude du signal de sortie de chaque pixel dépend du temps d'acquisition individuel de chaque pixel. Ce temps d'acquisition est déterminé par un signal d'horloge. Pour chaque période de cette horloge un pixel est donc acquis. Or, le temps d'acquisition de la quantité de lumière reçue par chaque pixel est limité par la vitesse de montée du signal et donc son amplitude en résultant.

20

25

Sur la figure 1A est illustré le principe de fonctionnement d'un capteur de pixels. La partie photosensible 1 qui reçoit la lumière 2 charge un condensateur C de faible valeur tandis qu'un

30

interrupteur électronique 3, souvent réalisé par un transistor CMOS, piloté par un signal CLOCK, décharge le condensateur C pendant un temps très court. Sur la figure 1B sont illustrés le signal de commande CLOCK et
5 le signal de sortie S.

C'est pourquoi la valeur du signal de sortie d'un capteur de pixels est généralement une relation directe entre la surface du pixel, l'intensité lumineuse et la vitesse d'échantillonnage, aussi plus
10 le capteur est petit et plus la vitesse est élevée, plus le signal de sortie est faible. Cet inconvénient limite principalement la vitesse du capteur, car au delà d'une certaine vitesse, le signal devient trop faible. Le bruit généré par le capteur interdit de
15 dépasser une certaine limite de vitesse ; en effet, au delà de cette limite, le bruit devient prépondérant par rapport au signal.

Le procédé de l'invention a pour objet de pallier cet inconvénient et, en plus, d'améliorer la
20 qualité du signal. Il permet également d'augmenter considérablement la vitesse d'acquisition des pixels.

Exposé de l'invention

25 L'invention concerne un procédé d'acquisition de pixels utilisant un capteur de pixels, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- on suréchantillonne temporellement et/ou parallèlement de façon particulière le signal
30 correspondant à chaque pixel ce qui permet d'acquérir un ensemble de points ;

- on soumet cet ensemble de points à un traitement pour obtenir l'équation exacte, fonction du temps, de la courbe de chaque pixel,

- on en déduit la valeur exacte de chaque
5 pixel mesuré.

Avantageusement on réalise cette succession d'étapes pour plusieurs niveaux d'éclairement de chaque pixel, ce qui permet d'obtenir un réseau de courbes, et un ensemble de valeurs de chaque pixel aux instants
10 d'échantillonnage. Avantageusement, on calcule le niveau exact de chaque pixel puis on fournit en sortie un signal où tous les pixels sont uniformisés. C'est-à-dire qu'ils ont tous le même signal de sortie pour un même éclairement. Avantageusement, on réalise
15 volontairement une équation de la relation du niveau de lumière et du niveau de sortie de tous les pixels : par exemple, correction de gamma, décalage du niveau du noir, etc....

L'invention concerne également un
20 dispositif d'acquisition de pixels comprenant un capteur de pixels, un dispositif de suréchantillonnage temporel et/ou parallèle comprenant un ou plusieurs convertisseurs analogique-numérique associés à un dispositif de traitement effectuant notamment des
25 corrélations/convolutions.

Avantageusement, ce dispositif comprend un dispositif permettant de multiplexer un seul convertisseur analogique-numérique dans le cas d'une acquisition non parallèle.

Grâce au dispositif de l'invention, même à des amplitudes faibles, on peut extraire le bruit du signal. Obtenant un signal "propre", on peut :

- soit l'exploiter et bénéficier d'un
5 signal clair donnant des noirs "propres et sans bruit" ;

- soit augmenter encore la vitesse et obtenir un appareil plus rapide et délivrant également une image également un peu plus "propre".

10 Avantageusement, le dispositif de l'invention permet d'utiliser des convertisseurs du commerce.

Avantageusement, le dispositif de l'invention peut être appliqué à de nombreux capteurs
15 et notamment à :

- un capteur de caméra vidéo,
- une caméra d'appareil de photo numérique,
- un capteur CCD,
- un capteur de type CIS ("Contact-Image-Sensor"),
20 Sensor"),
- et plus généralement tout capteur de pixels qu'il capte un pixel, plusieurs milliers de pixels ou plus.

25 **Brève description des dessins**

Les figures 1A et 1B illustrent un exemple de capteur de pixels de l'art connu.

La figure 2 illustre le dispositif
30 d'acquisition de l'invention. Bien entendu tous les

signaux de gestion du bus existent mais ils ne sont pas représentés pour clarifier cette figure.

La figure 3 illustre un exemple de réalisation de l'unité de traitement du dispositif
5 d'acquisition de l'invention

La figure 4 illustre les signaux d'échantillonnage du capteur de pixels et les signaux de suréchantillonnage des convertisseurs analogique-numérique du dispositif de l'invention.

10 Les figure 5 et 6 illustrent respectivement un signal de sortie du capteur correspondant à un pixel avant traitement et un même signal après traitement

La figure 7 illustre un ensemble de signaux après traitement obtenus pour des niveaux d'intensité
15 lumineuse différents.

La figure 8 illustre des exemples de temps de calcul associés à chaque pixel pour une ligne de 1728 pixels.

Les figures 9 à 12 illustrent deux
20 variantes du dispositif de l'invention.

La figure 13 représente une variante du procédé de l'invention illustrant une façon avantageuse d'introduire un décalage avant l'étape de numérisation.

La figure 14 représente une autre variante
25 du procédé de l'invention dans laquelle les signaux pilotant les convertisseurs sont de période égale à celle de l'horloge des pixels, grâce au générateur d'horloge du dispositif de l'invention.

Exposé détaillé de modes de réalisation

Le procédé de l'invention consiste à :

- 5 - acquérir, pour chaque intensité, un ensemble de points correspondant à chaque pixel d'un capteur de pixels, de type CCD, CIS ou autre, en utilisant une horloge de suréchantillonnage OCK (ou "overclock"),
- 10 - calculer l'équation exacte de la courbe de chaque pixel, en utilisant tout type de loi, par exemple Gauss, Poisson, moindre carré, régression linéaire, logarithmique, exponentielle, etc...
- en déduire par ce calcul de courbe la
- 15 valeur très précise de chaque pixel à l'instant d'échantillonnage, obtenu grâce à une horloge CLOCK.

Ce procédé permet de s'affranchir du bruit généré dans le signal de chaque pixel.

- Comme illustré sur la figure 2, le
- 20 dispositif d'acquisition de l'invention comprend :
 - un capteur de pixels 10
 - des convertisseurs analogique-numérique
 - 11 dénommés respectivement C1, C2... Cn reliés respectivement à un bus de données 12,
 - 25 - une unité de traitement 13 reliée à ce même bus, et à une mémoire tampon 14 qui permet le stockage des valeurs intermédiaires.

A partir de l'horloge CLOCK, l'unité de traitement délivre des horloges de suréchantillonnage

- 30 OCK1, OCK2... OCKn qui viennent synchroniser les différents convertisseurs.

Comme illustré sur la figure 3, dans un exemple de réalisation l'unité de traitement 13 comprend une unité de calcul 15, un générateur d'horloge 16 qui reçoit l'horloge CLOCK et qui délivre les horloges de suréchantillonnage OCKi. L'unité de calcul 15 est reliée à un bus auxiliaire 17 pour processeur spécialisé, par exemple d'espace couleur et à la mémoire tampon 14.

La figure 4 illustre l'horloge d'échantillonnage CLOCK avec une période T, les signaux de données qui transitent sur le bus 12, et l'horloge de suréchantillonnage (overclock) OCKi correspondant à un convertisseur Ci. Le nombre d'impulsions de l'horloge OCKi pour un signal horloge CLOCK peut prendre toutes les valeurs, de préférence des multiples de 1; 1,5; 2; 2,5, etc... sans limitation. Sur la figure 4 ce nombre est égal à 3.

On peut également introduire un délai Δt avant d'effectuer les dits suréchantillonnages. Ceci est illustré sur les figures 13 et 14.

La figure 5 illustre le signal réel correspondant à un pixel, avant traitement ; A étant l'amplitude du signal et t le temps.

Dans un dispositif de l'art connu l'échantillonnage n'est effectué qu'au moment T_k et on obtient l'échantillon E_k de valeur V_k . Dans le dispositif selon l'invention on considère des signaux de suréchantillonnage OCKi dont le nombre est, dans ce cas illustré, un multiple de 8 du signal horloge CLOCK. Sur une période d'horloge "CLOCK" il y a donc 8

échantillonnages 20 du signal. Le signal après traitement est illustré sur la figure 6.

Par calculs, tels que décrits précédemment, on obtient ainsi une valeur moyenne de courbe. Cette
5 courbe est une fonction non linéaire qui permet de supprimer le bruit. En fonction du nombre de convertisseurs utilisés, on peut obtenir plusieurs courbes de ce type en parallèle. On peut sur chacune de ces courbes acquérir les données à des mêmes instants
10 d'échantillonnage ou à des instants différents.

Pour différents niveaux d'illumination 10%, 20%, ... 100% de chaque pixel on obtient ainsi un réseau de courbes tel que celui illustré sur la figure 7.

Si l'on analyse ces différents niveaux
15 d'intensité de lumière pour un même pixel, on remarque que les courbes obtenues après traitement sont bien différentes. Grâce à l'invention, l'équation de ces courbes est calculée en temps réel et on acquiert des valeurs exactes desquelles on a supprimé le bruit, tout
20 en s'affranchissant des non-linéarités. Les valeurs d'amplitude A_1 , A_2 ... A_n sont les valeurs intéressantes obtenues à l'instant d'échantillonnage. Ces valeurs, grâce au calcul précis des différentes courbes, sont elles-mêmes précises.

25 Pour chaque illumination de chaque pixel, le dispositif de l'invention permet d'obtenir une valeur A_i qui correspond bien à la réalité, avec élimination du bruit.

Les coefficients associés à chaque
30 convertisseur sont stockés pour chaque acquisition et sont prévus pour traiter tout type de loi statistique

(Poisson, Gauss, Brown, etc...) qui permet ainsi d'obtenir une valeur fiable pour chaque pixel.

Ayant ainsi notamment éliminé le bruit, on remarque aussi que le dispositif de calcul de l'unité
5 de traitement permet également de calculer des courbes de non-linéarité pour chaque pixel. On peut obtenir une courbe linéaire ou non qui s'applique à chaque pixel et/ou à l'ensemble des pixels.

Une autre caractéristique du dispositif de
10 l'invention fait qu'il n'est pas nécessaire d'effectuer les calculs en temps réel. On peut effectuer des calculs pendant le temps de lecture d'un ou plusieurs pixels. Dans une ligne de 1728 pixels (dans le cas de 21 cm à 200 dpi), comme illustré sur la figure 8 si le
15 temps de calcul t_c de l'unité de traitement est égal au temps de lecture de plusieurs pixels par exemple 4, on obtient alors en sortie des valeurs décalées dans le temps de 4 pixels. Il n'est donc pas gênant d'utiliser une unité de traitement dont le temps de calcul dure
20 quelques pixels pour chaque pixel, voire même l'ensemble des pixels du capteur. Dans certains cas cela est même avantageux, notamment lorsque l'on acquiert plusieurs "lignes" successives de pixels. Dans ce cas, si le décalage est exactement d'une ligne, on
25 peut alors effectuer une partie des calculs qu'il y aurait éventuellement à faire entre deux pixels de deux lignes adjacentes.

La figure 9 illustre une variante du dispositif de l'invention pour un capteur couleur RVB.
30 Trois convertisseurs C1, C2 et C3 reçoivent des signaux de données D1, D2 et D3 du capteur 10. L'unité de

traitement 13 délivre des signaux de suréchantillonnage
OCK1, OCK2 et OCK3. On peut obtenir alors la courbe de
suréchantillonnage illustrée sur la figure 10, pour des
pixels x et x+1, les convertisseurs C1, C2, C3 étant
5 échantillonnés successivement.

On note que les signaux RVB sont parfois
remplacés par des signaux YUV, qui grâce au
multiplexage des signaux permet d'augmenter la vitesse
de capture apparente de l'ordre de 30 à 50%.

10 Le dispositif de l'invention permet
également d'accepter en entrée tous types de
multiplexage de signaux comme: YUV, YC, 444, 422, 421,
etc...

Le dispositif de l'invention permet
15 d'associer un processus de traitement d'espace couleur
pouvant effectuer toute opération de filtrage numérique
et autres, telle que corrélation, convolution,
compression, netteté, flou, reconnaissance de forme,
etc...

20 Dans cet exemple d'un capteur couleur, un
tel processeur d'espace couleur permet d'effectuer des
calculs extrêmement complexes sur les valeurs de chaque
pixel pour :

- convertir le signal (par exemple
25 RVB→YUV→Y/C),
- compresser le signal,
- effectuer des filtrages (accentuation,
flou, ...).
- Reconnaissance de forme ("Pattern")

30 La figure 11 illustre une autre variante du
dispositif de l'invention pour un capteur monochrome.

Trois convertisseurs C1, C2, C3 reçoivent dans ce cas le même signal de données D.

On peut alors réaliser le suréchantillonnage illustré sur la figure 12. Les trois
5 convertisseurs C1, C2, C3, étant suréchantillonnés par un même signal, sont donc actionnés en parallèle. Ceci permet d'obtenir trois échantillons différents pour un même pixel. Ces trois échantillons peuvent par exemple être moyennes pour éliminer le bruit.

10 Il est également possible de ne pas effectuer les suréchantillonnages en parallèle, ce qui permet de s'affranchir de bruits parasites cycliques et comme on l'a indiqué précédemment, on peut également introduire un délai identique ou différent pour chaque
15 circuit de suréchantillonnage.

Avantageusement le dispositif de l'invention permet une mise au noir automatique extrêmement précise, sans bruit, ce qui est une caractéristique importante dans un capteur de pixels.

20 Avantageusement le dispositif selon l'invention permet d'utiliser des convertisseurs du commerce de résolution allant de 2 bits à 16 bits ou plus.

Le dispositif de l'invention peut s'adapter
25 dans quasiment tous les contrôleurs de scanner existant, et les capteurs de scanner existant.

Il constitue ainsi un dispositif d'acquisition et de pré-traitement pour tout capteur de pixels.

30 Dans le dispositif de l'invention tout traitement numérique est applicable aux courbes

individuelles et combinées des pixels acquis, par exemple : corrélation, convolution... en trois dimensions. En effet, un même pixel peut être échantillonné plusieurs fois (par exemple trois dans le cas d'un signal RVB). Ces opérations sont également
5 possibles entre pixels adjacents. On peut alors échantillonner les courbes en des endroits différents.

Avantageusement, toutes les opérations de corrélation, convolution peuvent être effectuées grâce à l'unité de traitement et peuvent être complexes :
10 racine carrée, logarithme, sinus...

Avantageusement, la méthode appliquée pour le calcul des réponses des pixels peut être de type :

- régression linéaire, logarithmique,
15 exponentielle...

- méthode des moindres carrés.

Une variante de l'invention permet d'introduire un décalage avant de commencer les suréchantillonnages. Sur la figure 13 on voit qu'un
20 délai Δt est introduit. Il a pour avantage de permettre la mesure des échantillons dans la partie de la courbe la plus intéressante (points échantillonnés 20), donnant ainsi plus d'importance aux valeurs mesurées.

25 La partie I correspond à 4 échantillonnages avec décalage, la partie II correspond à 8 échantillonnages avec décalage. Le décalage peut prendre une valeur quelconque et le nombre des suréchantillons également, par exemple 4(21) ou 8(22), avec une horloge du

30 suréchantillonnage OCK 8 fois plus rapide que l'horloge CLOCK. La valeur du décalage Δt ainsi que le nombre

d'échantillonnages, peut être variable. Une réalisation selon l'invention permet ainsi, grâce à une horloge de suréchantillonnage 128 fois plus rapide que CLOCK, de réaliser un décalage de 120 OCK puis finalement
5 l'acquisition de 8 échantillons.

Une autre variante de l'invention permet, grâce à un registre à décalage, de ne faire travailler les convertisseurs qu'à la fréquence CLOCK, même si le suréchantillonnage OCK est effectué à une fréquence-
10 multiple de CLOCK. Ce fonctionnement est illustré sur la figure 14. Le signal CANenable n'autorise l'échantillonnage des convertisseurs, ici au nombre de quatre, C1, C2, C3, C4 qu'après un délai Δt , l'échantillonnage ayant lieu ici sur un front
15 descendant. Le signal OCKi qui pilote chaque convertisseur est de fréquence égale à celle de l'horloge CLOCK. Ainsi, le signal d'horloge qui pilote chaque convertisseur analogique/numérique est de fréquence égale à celle de l'horloge de restitution de
20 chaque pixel.

Ce dispositif avantageux permet d'utiliser des convertisseurs analogique-numérique du commerce, très économiques.

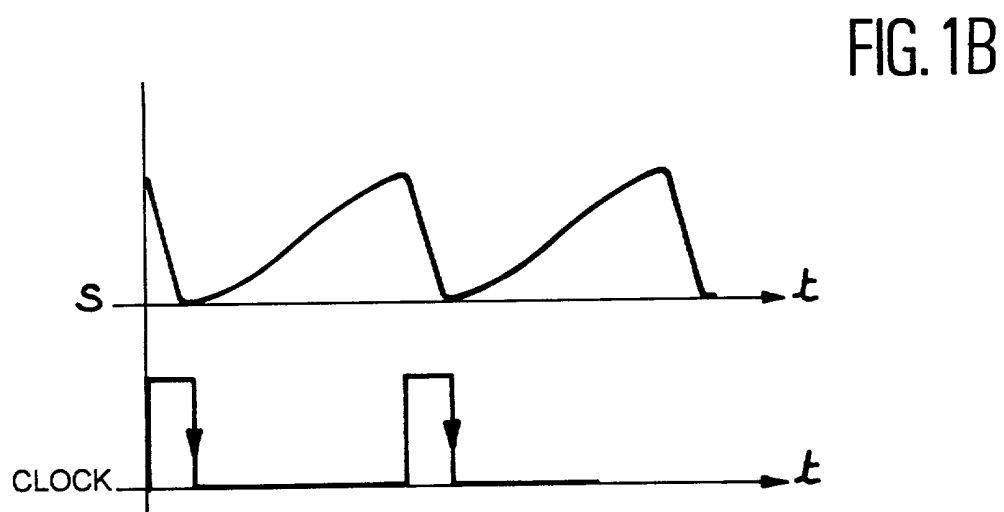
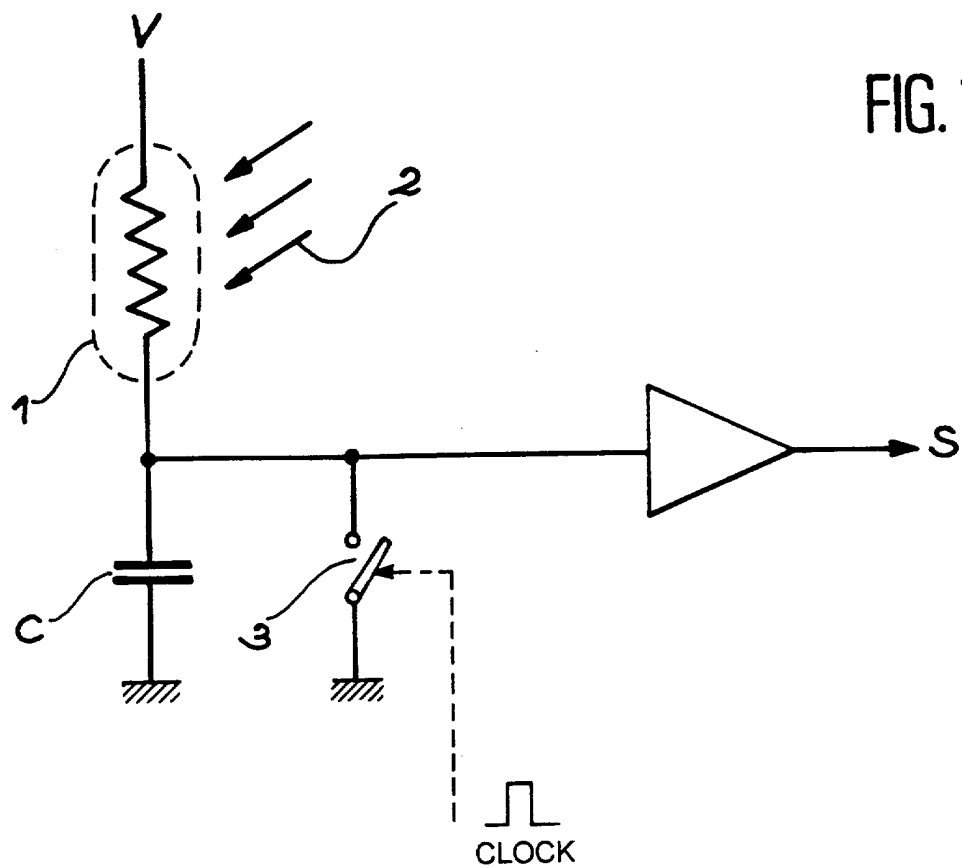
REVENDEICATIONS

1. Procédé d'acquisition de pixels utilisant un capteur de pixels, caractérisé en ce qu'il
5 comprend les étapes suivantes :
- on suréchantillonne temporellement et/ou parallèlement le signal correspondant à chaque pixel ce qui permet d'acquérir un ensemble de points,
 - on soumet cet ensemble de points à un
10 traitement pour obtenir l'équation exacte de la courbe du temps de montée de chaque pixel,
 - on en déduit la valeur de chaque pixel à l'instant d'échantillonnage.
2. Procédé selon la revendication 1, dans
15 lequel on réalise les étapes précédentes pour plusieurs niveaux d'éclairement du pixel.
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel on calcule le niveau exact de chaque pixel puis on fournit en sortie un signal où tous les pixels sont
20 uniformisés.
4. Procédé selon la revendication 3 dans lequel on réalise volontairement une équation de la relation du niveau de lumière et du niveau de sortie de tous les pixels.
5. Dispositif d'acquisition de pixels
25 comprenant un capteur de pixel (10), caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de suréchantillonnage temporel et/ou parallèle, comprenant un ou plusieurs convertisseurs analogique-numérique (11) associé à un
30 dispositif de traitement (13) effectuant notamment des

corrélations/convolutions, moyennes, régressions ou autre.

6. Dispositif selon la revendication 5, comprenant un dispositif permettant de multiplexer un
5 seul convertisseur analogique-numérique dans le cas d'une acquisition non parallèle.

1/10



2/10

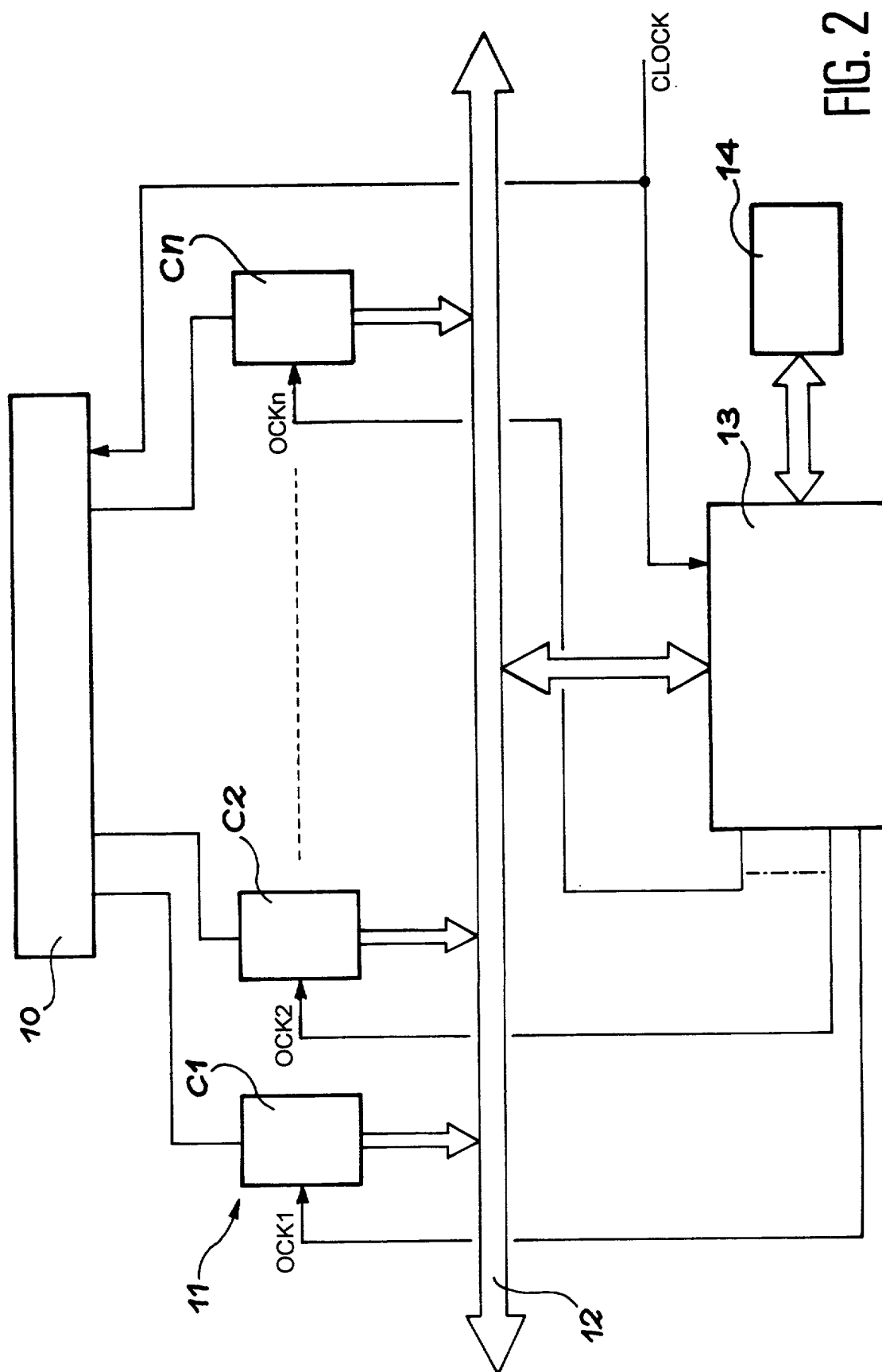


FIG. 2

3/10

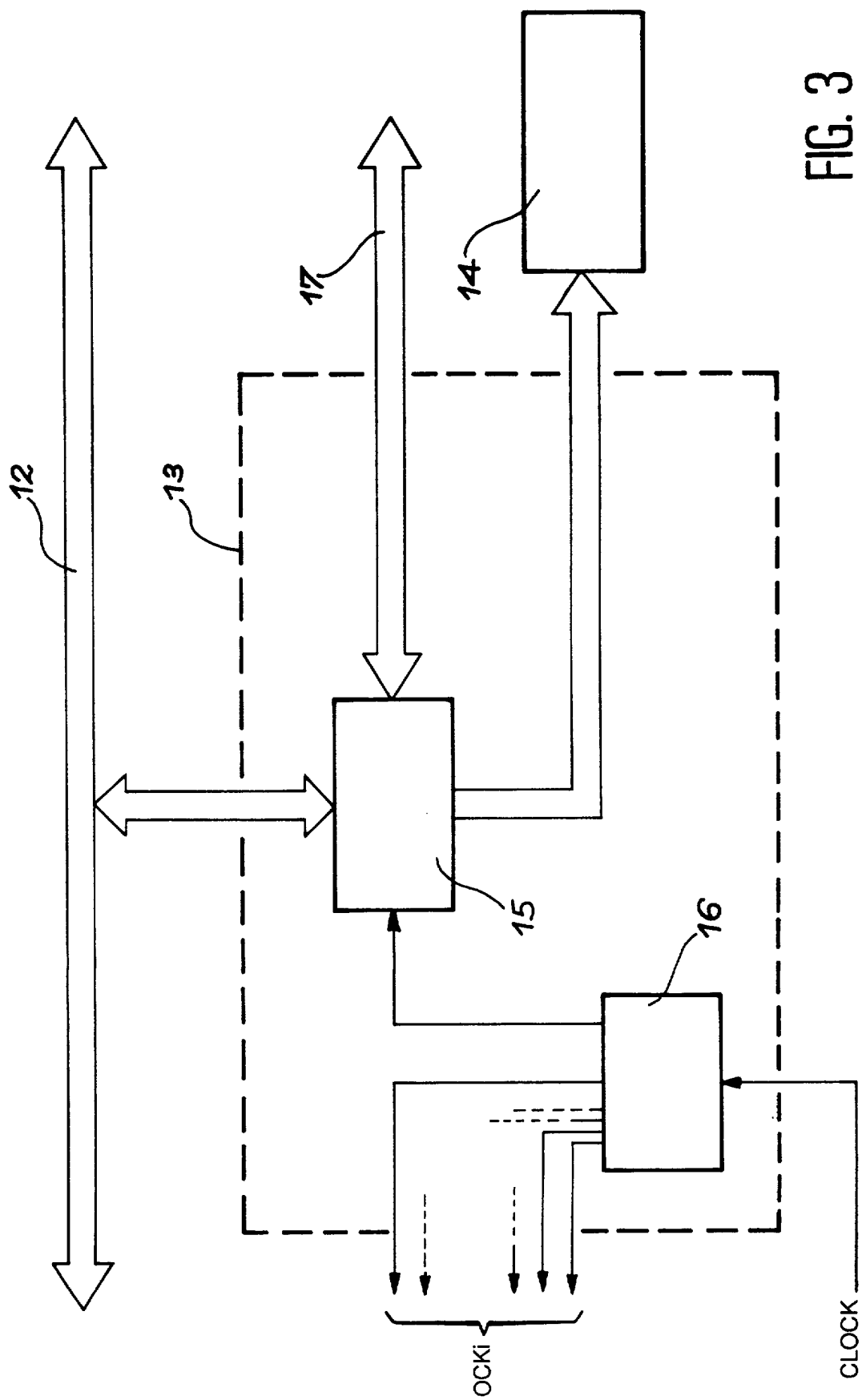
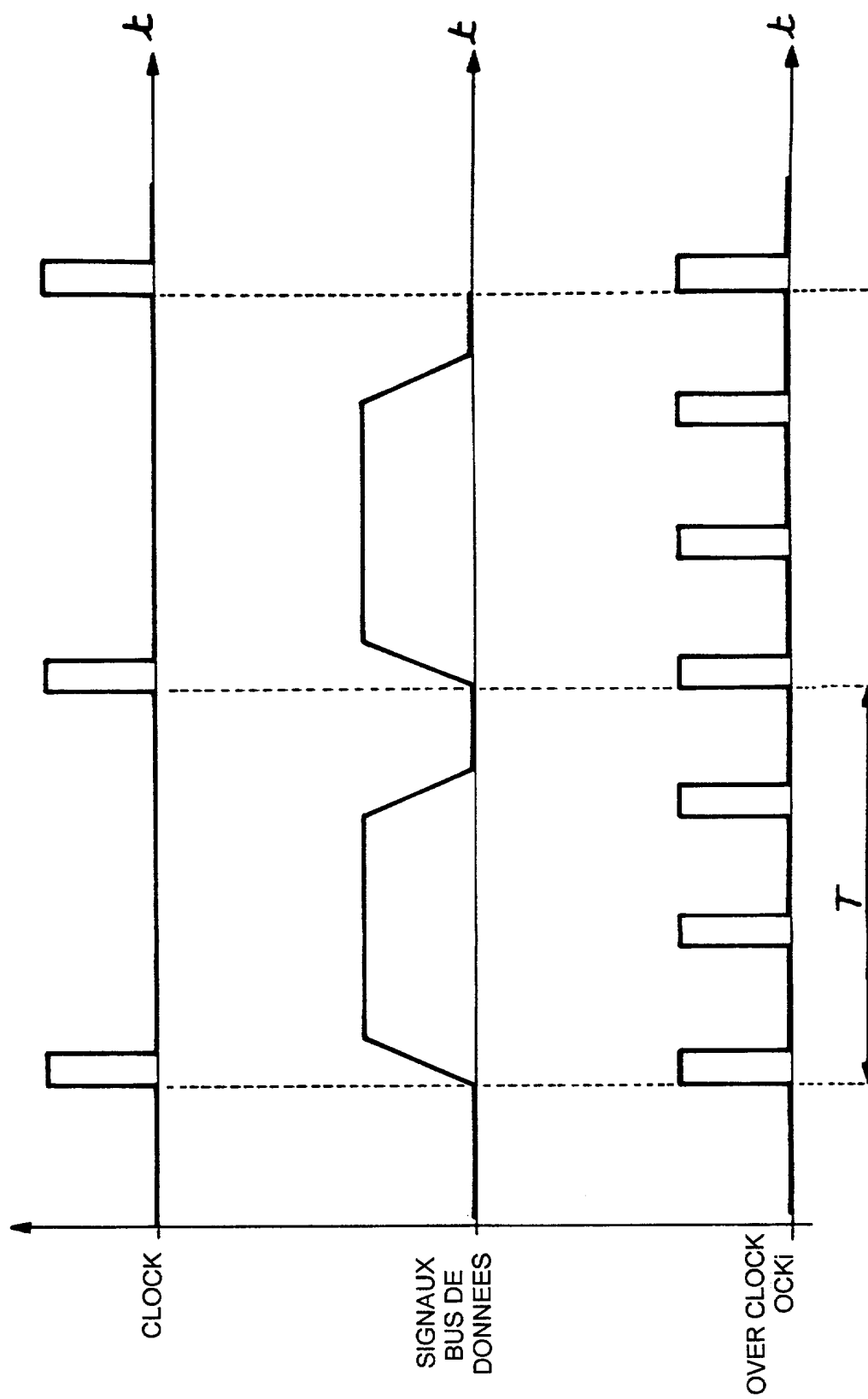


FIG. 3

4/10

FIG. 4



5/10

FIG. 5

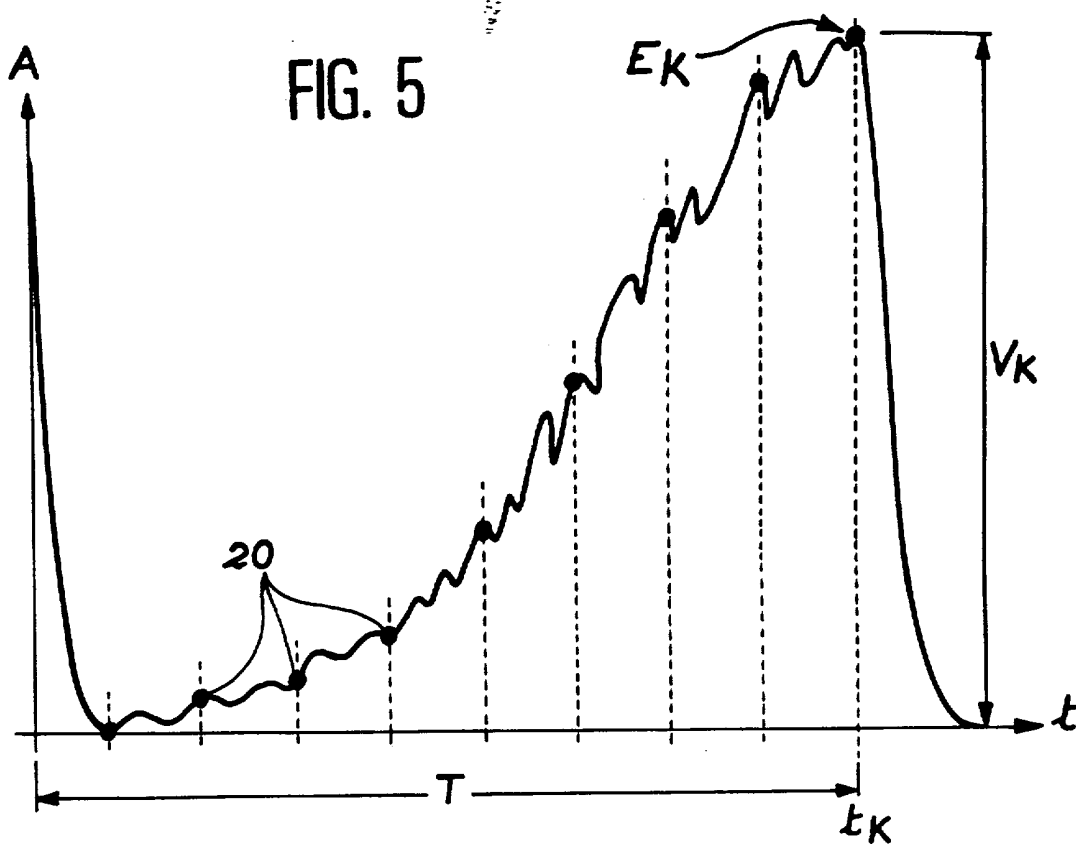
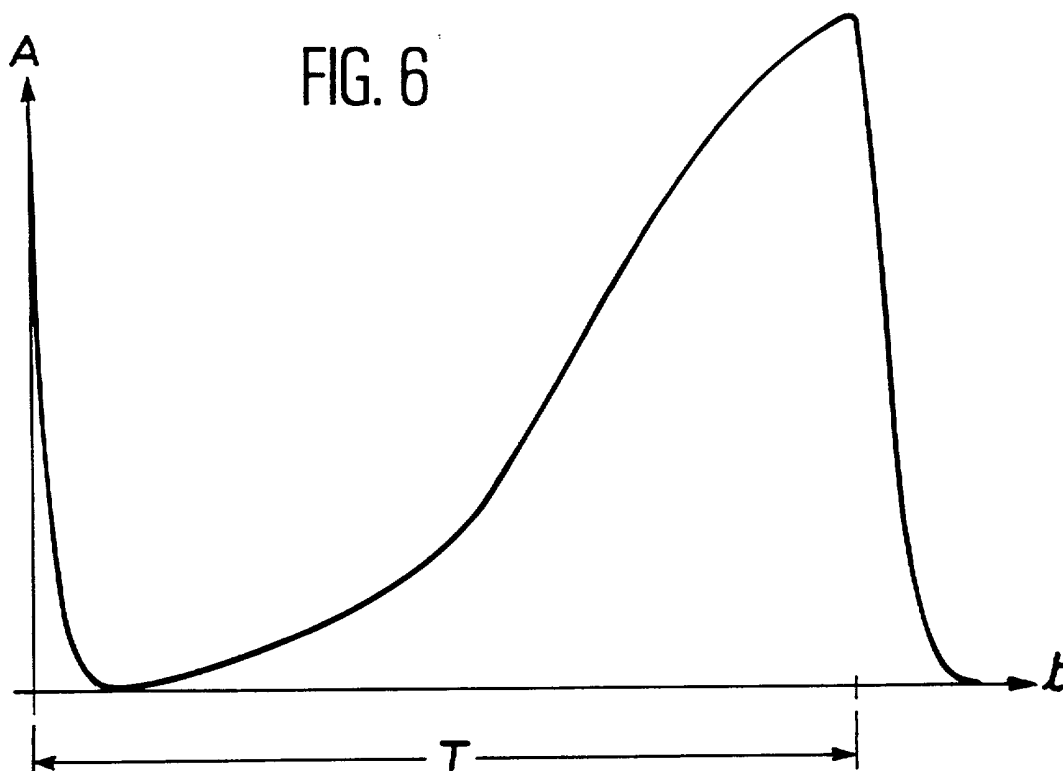


FIG. 6



6/10

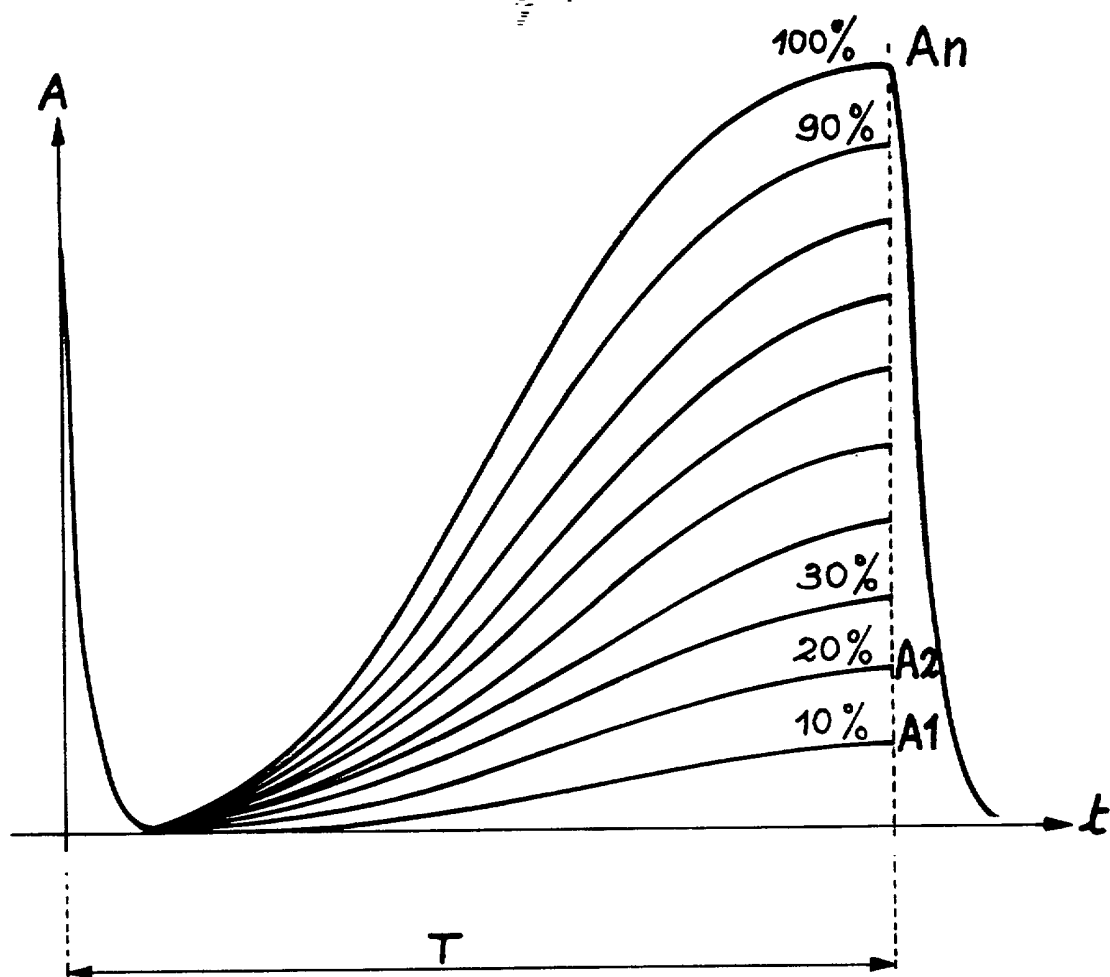


FIG. 7

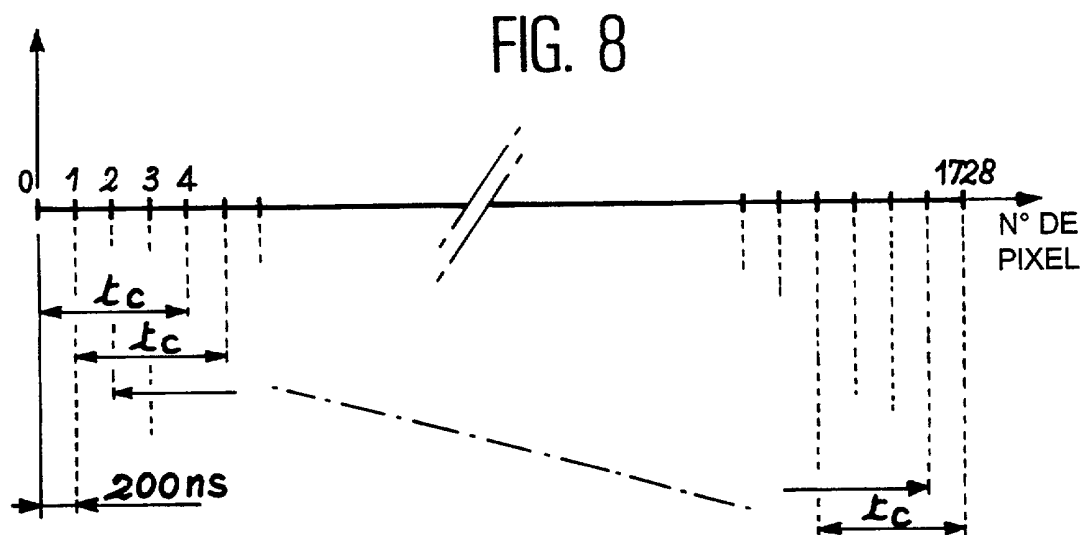


FIG. 8

7/10

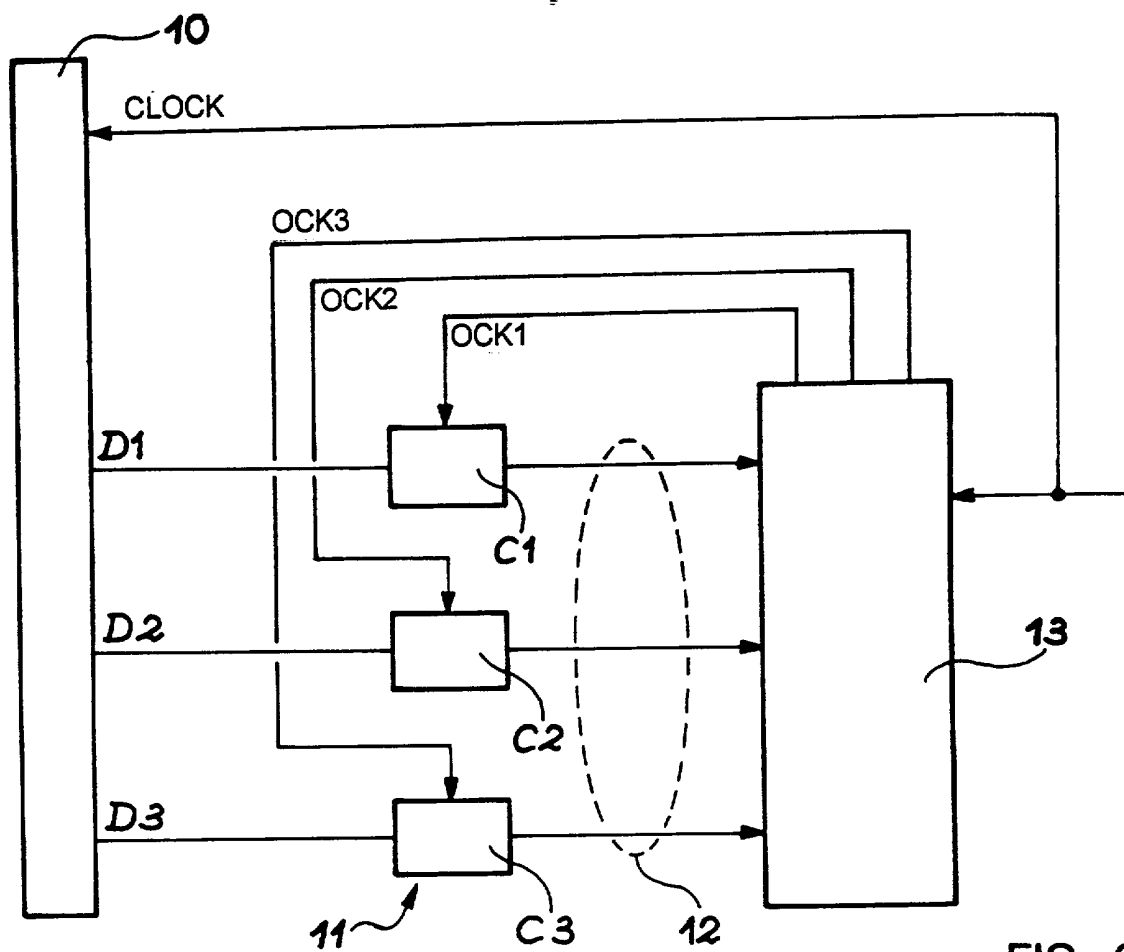


FIG. 9

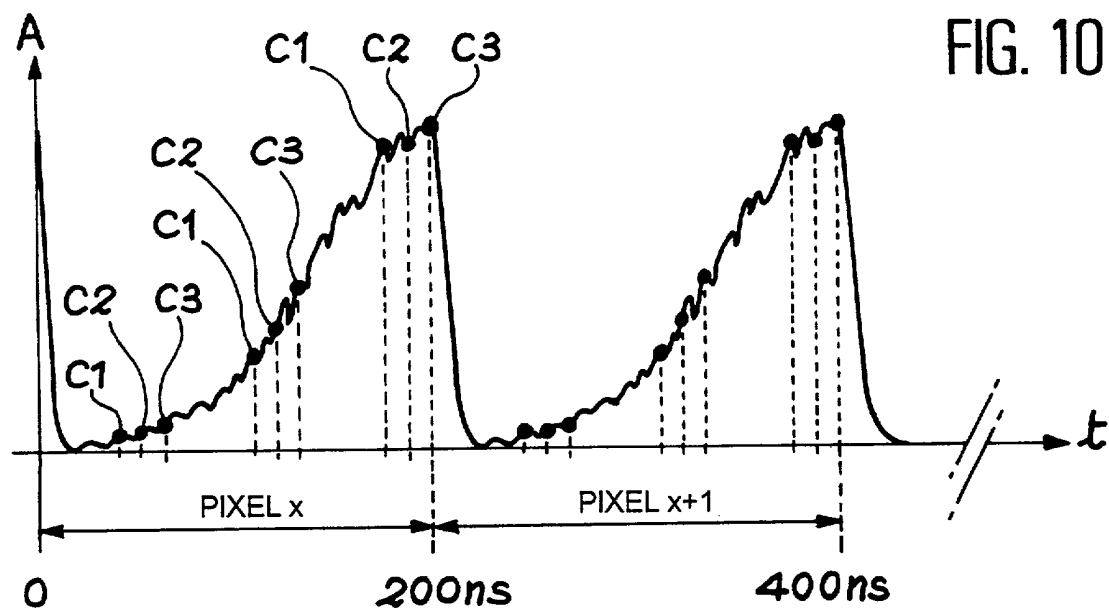


FIG. 10

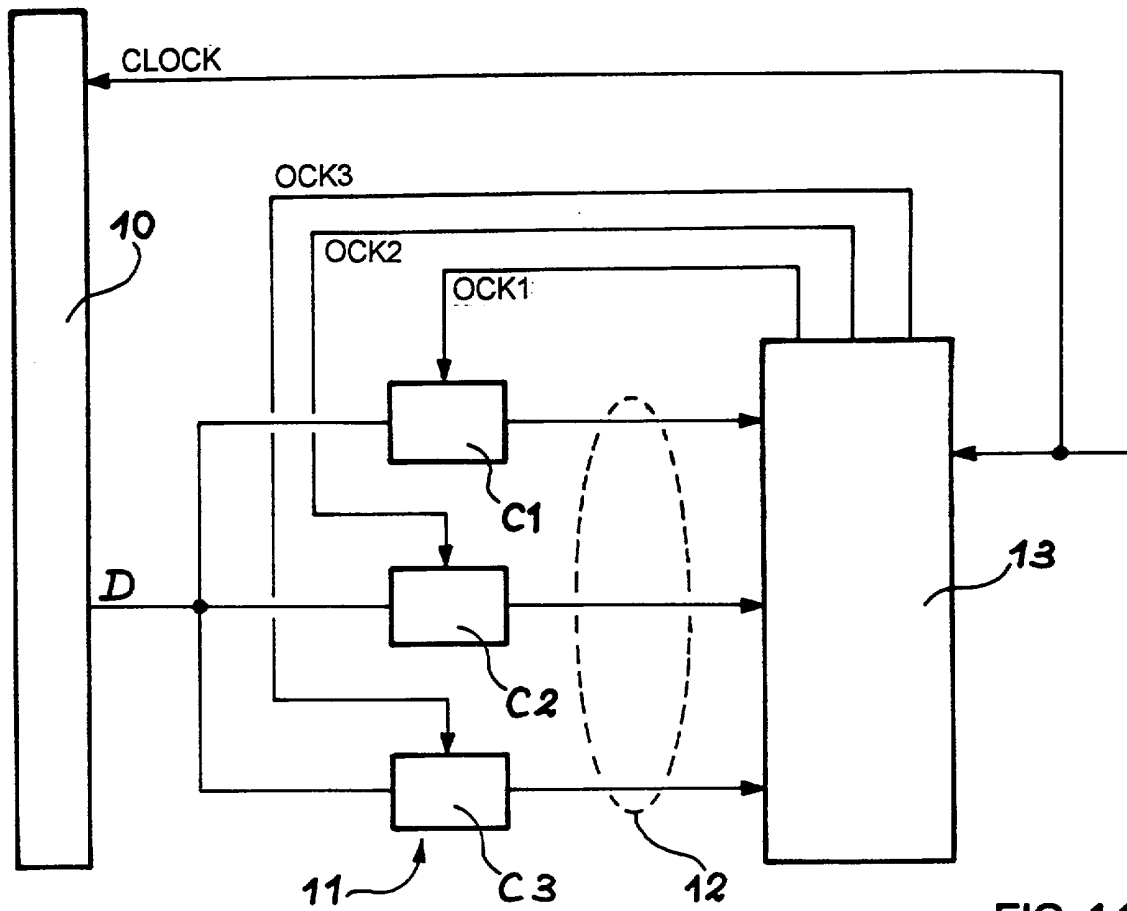


FIG. 11

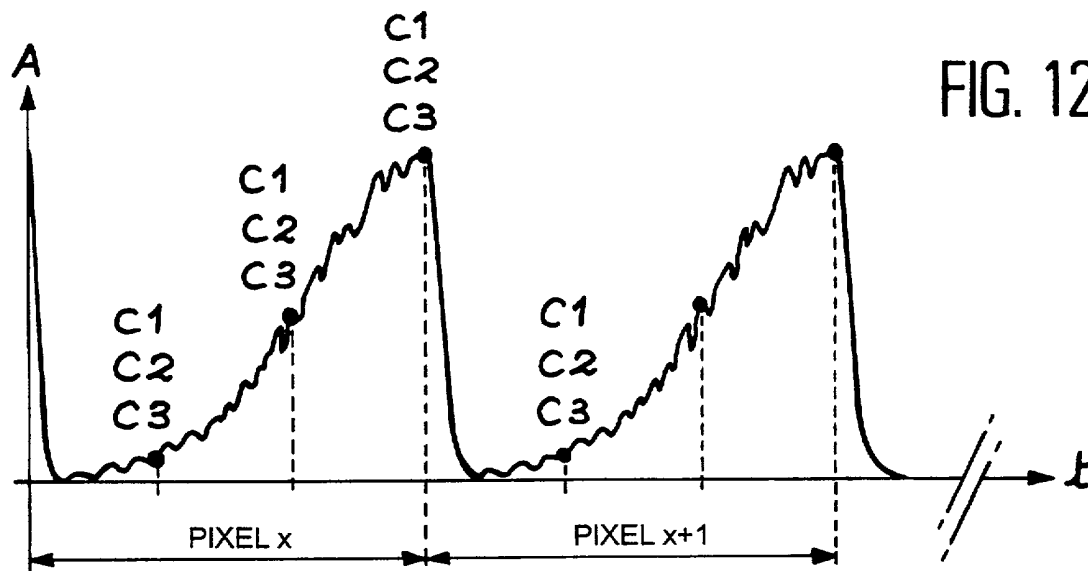


FIG. 12

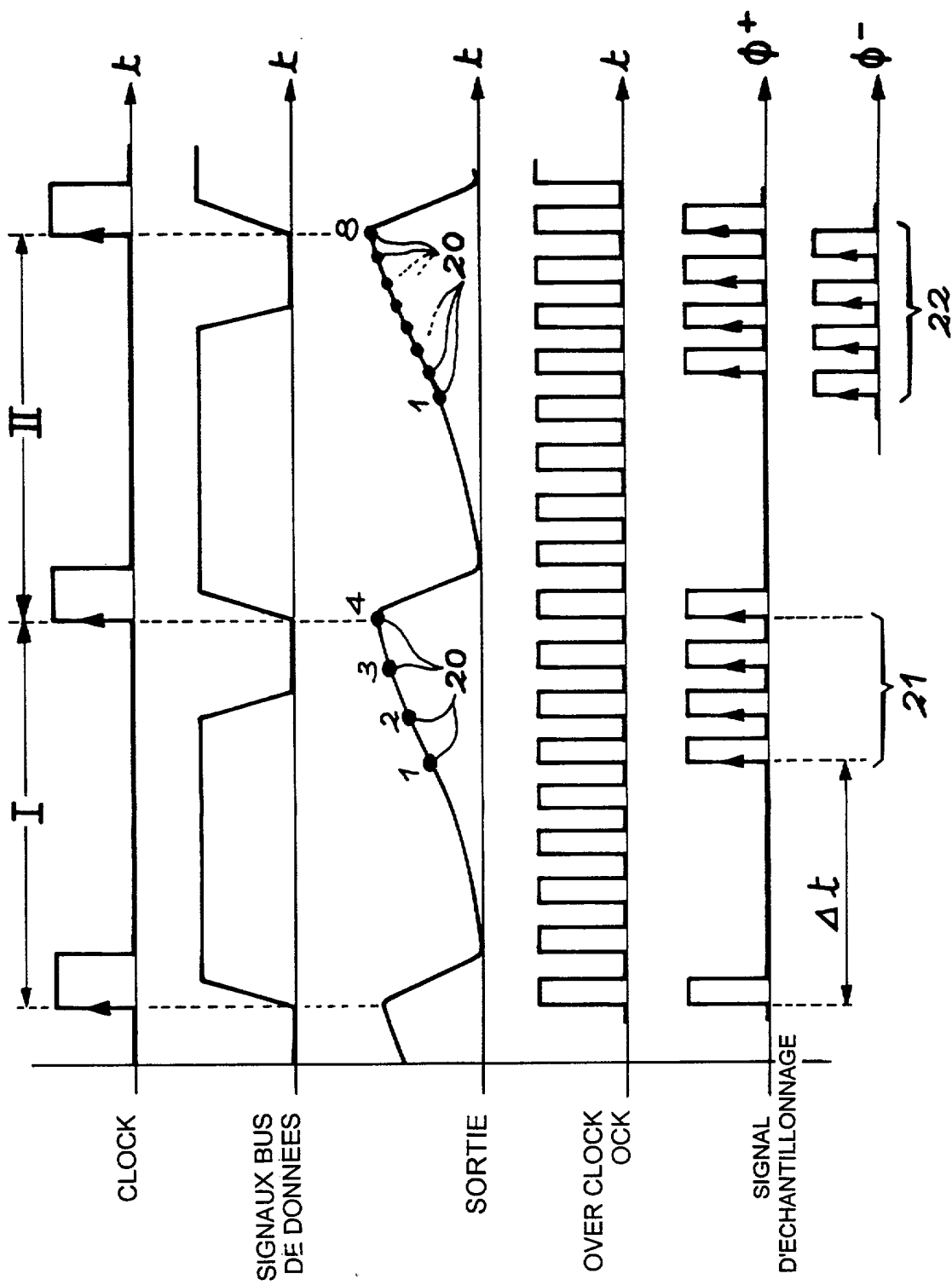


FIG. 13

10/10

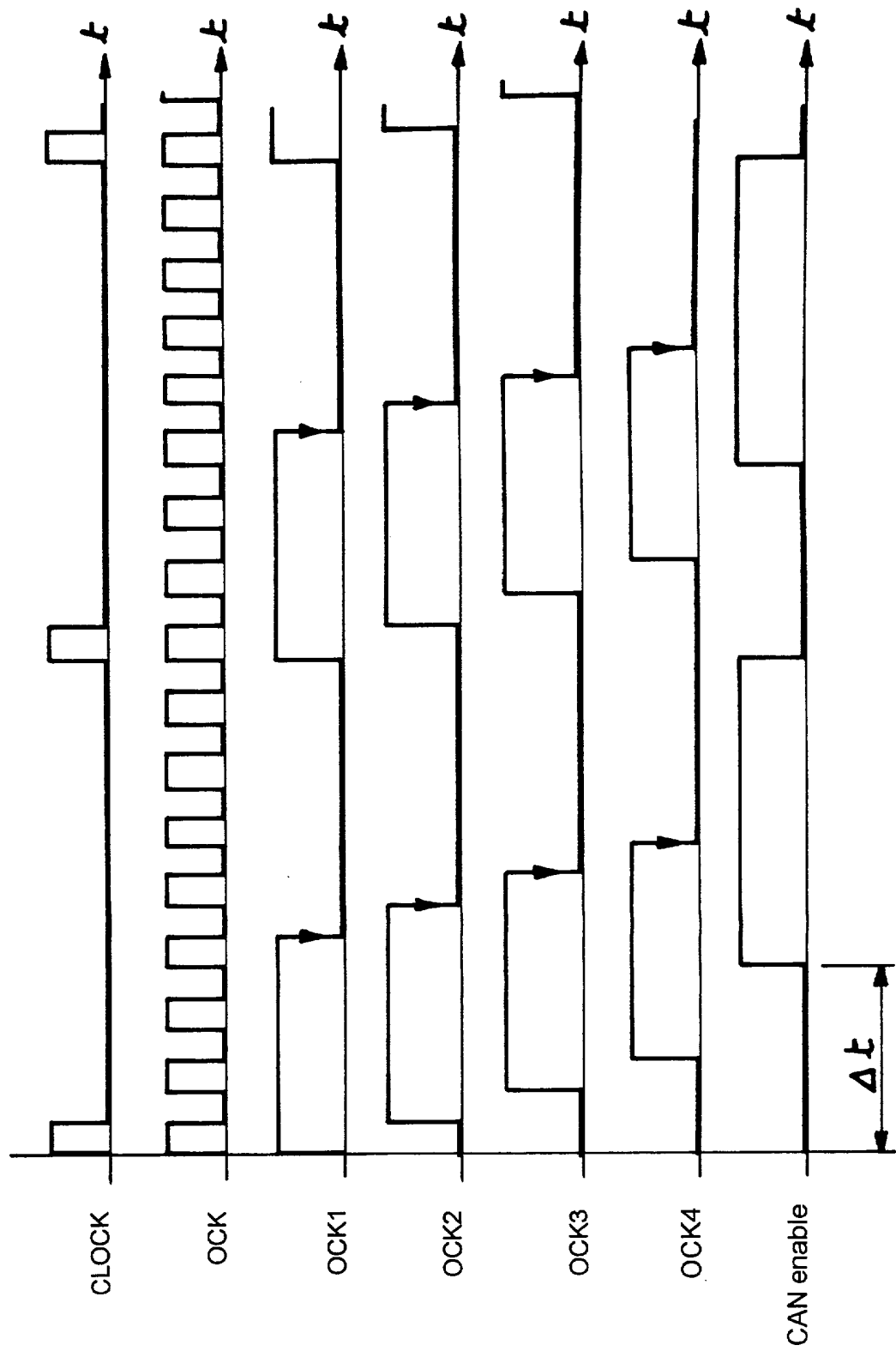


FIG. 14

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 583457
FR 9913659

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	GB 2 314 227 A (SIMAGE OY) 17 décembre 1997 (1997-12-17) * page 3, ligne 23 - ligne 27 * * page 19, ligne 31 - page 20, ligne 18 * -----	1,5
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.7)
		H04N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
23 mai 2000		Bequet, T
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou antère-plan technologique général 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		