

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 556 873

②1 N° d'enregistrement national :

84 19437

⑤1 Int Cl⁴ : G 11 C 19/28; H 04 N 3/15.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 19 décembre 1984.

③0 Priorité : US, 19 décembre 1983, n° 562,518.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 25 du 21 juin 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : RCA CORPORATION. —
US.

⑦2 Inventeur(s) : Hammam Elabd et Walter Frank Kosono-
cky.

⑦3 Titulaire(s) :

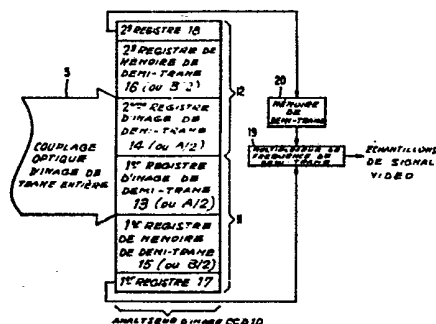
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

⑤4 Analyseur d'images à couplage de charges avec des registres cloisonnés pour les transferts de charges simultanés dans des directions opposées.

⑤7 L'invention concerne un analyseur d'images à couplage de charges avec des registres cloisonnés pour les transferts de charges simultanés dans des directions opposées.

Une image est formée par un couplage optique 5 sur deux registres 13, 14 correspondant chacun à une demi-trame de l'image. Les paquets de charges produits sont décalés par des phases d'horloge différentes vers deux registres 15, 16 de mémoire de demi-trame et, de là, vers des registres de sortie 17, 18.

L'invention s'applique notamment à des analyseurs d'images en couleur.



FR 2 556 873 - A1

La présente invention concerne un analyseur d'images à composants à couplage de charges (CCD).

Dans les analyseurs CCD du type à transfert de trame, la pratique actuelle consiste à transférer périodiquement toutes les lignes de charges représentant une image intégrée sur des périodes de trame d'un registre d'images (ou A) dans un registre de mémoire de trame (ou B) pendant des intervalles intermédiaires de retour de balayage de trame. Dans chaque intervalle suivant le balayage de trame, la charge transférée est avancée dans le registre de mémoire de trame, une ligne à la fois, pendant un intervalle de retour de ligne. Les paquets de charge représentant des éléments d'images de la dernière ligne sont transférés en parallèle à un registre d'analyse de ligne (ou C). Pendant l'intervalle de balayage de ligne suivant, le registre C est commandé par horloge pour délivrer en série les paquets de charges à son étage de sortie pour la conversion en échantillons successifs de la sortie de signal vidéo de l'analyseur d'images CCD.

Il s'est avéré souhaitable de raccourcir le temps nécessaire pour le transfert de trame sans augmenter la vitesse à laquelle les lignes sont sorties du registre d'images. Cela est souhaitable par exemple quand le registre A contient de nombreuses lignes de charges, comme dans un analyseur d'images à haute résolution et lorsque les standards de signaux vidéo limitent le temps de retour de trame. Le raccourcissement du temps de transfert de trame est par exemple utile pour réduire l'étalement au transfert.

Le phénomène d'étalement au transfert est décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 010 319. Cet étalement au transfert se produit quand le registre d'images est exposé à un rayonnement pendant le transfert des paquets de charges du registre d'images au registre de mémoire de trame, car la réponse à l'image à ce moment est mal alignée par rapport aux réponses intégrées qui sont transférées. Il

est connu que la sévérité de l'étalement au transfert est en proportion directe du temps nécessaire pour transférer des charges du registre d'images au registre de mémoire de trame. Mais des limitations sur la vitesse à laquelle des lignes de charges peuvent être avancées du registre d'images au registre de mémoire de trame ont gêné la réduction de l'étalement au transfert dans un analyseur d'images sans obturateur.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 010 319 montre comment produire des échantillons de réponse à l'étalement seule, qui sont combinés différentiellement avec des échantillons de la réponse d'images contaminée avec un étalement pour obtenir une réponse d'image avec une contamination par étalement réduite. Des schémas d'obturateurs électroniques sont également connus pour des analyseurs d'images CCD à éclairage arrière, utilisant un champ retardateur pour des photos-porteurs produits pendant le transfert de trame. Mais ces procédés, même en combinaison, ne sont que partiellement efficaces pour réduire l'étalement. En outre, la réduction d'étalement dans les temps de transfert de trame pourrait aider à réduire l'étalement à un niveau faible et acceptable.

D'une façon générale, l'invention concerne le cloisonnement d'un registre de transfert de charge CCD pour permettre qu'une partie des paquets de charges dans le transfert soit déplacée dans une première direction jusqu'à une première connexion de sortie à une première extrémité du registre en même temps que les autres paquets de charges sont déplacés dans une seconde direction (opposée à la première) vers une seconde connexion de sortie à une seconde extrémité (opposée à la première) du registre.

Si l'invention est utilisée dans un analyseur d'images CCD du type à transfert de trame, pendant les temps de transfert de trame, les lignes d'une moitié du registre d'images (un premier registre A/2) sont déplacées

dans une direction vers un premier registre de mémoire de demi-trame (ou premier B/2) et les lignes de l'autre moitié du registre d'images (second registre A/2) sont déplacées dans la direction opposée vers un second registre de mémoire de demi-trame (ou second B/2) situé à l'extrémité du registre d'images opposée au premier registre de mémoire de demi-trame. Cela divise par deux le temps de transfert de trame à une fréquence donnée de transfert des lignes.

Le premier et le second registres de mémoire de demi-trame (ou B/2) sont prévus avec une ligne respective ou des registres C.

Lorsque les registres C sont situés aux extrémités des registres B/2 opposées aux registres A/2, la moitié de la trame fournie par un registre C est inversée dans la séquence des lignes par rapport à la moitié de la trame fournie par l'autre registre C. Une autre demi-trame en mémoire écrite ligne par ligne dans une première séquence et lue dans une seconde séquence opposée est utilisée pour inverser l'une des demi-frames quand la lecture de demi-frames prend le temps de balayage d'une demi-trame. Les demi-frames mémorisées dans les deux registres B/2 sont toutes deux sorties de l'analyseur d'images CCD dans la première moitié du balayage de trame en utilisant les registres C respectifs.

Dans une telle application de l'invention, d'autres mémoires de demi-frames en multiplexage temporel permettent une conversion de balayage en balayage normal en trame des deux signaux de sortie des registres C en parallèle et les registres B/2 sont toutes transférées de l'analyseur CCD dans une période complète de balayage de trame par la fréquence de balayage de ligne demi-normale par leurs registres C respectifs. Cela réduit la fréquence d'horloge des registres C pendant le balayage de ligne, en améliorant leur efficacité de transfert et en abaissant

leur consommation d'énergie. Si les mémoires supplémentaires de demi-trames sont des mémoires numériques extérieures à l'analyseur d'images CCD, cela réduit de façon avantageuse la fréquence de conversion des convertisseurs analogiques-numériques utilisés après les registres C.

L'invention peut aussi être appliquée à un registre de ligne, comme le registre C précité, auquel cas le registre est cloisonné en deux moitiés (registres C/2) et les moitiés du registre cloisonné sont prévues avec des étages de sortie aux extrémités respectives du registre afin de diviser par deux la fréquence de transfert de ligne à partir du registre C. Le convertisseur de balayage précité est alors modifié également pour comporter des mémoires de demi-ligne multiplexées en division temporelle pour chaque sortie de registre C/2. Le cloisonnement des registres C peut être effectué de façon conventionnelle en utilisant des arrêts de canaux entre les moitiés mais de préférence, il est effectué sans barrière physique entre les moitiés de registre C, séparant les demi-registres électriquement selon l'invention.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre de plusieurs exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

la Fig. 1 est un schéma simplifié de l'architecture d'un analyseur d'images CCD dans lequel, selon l'invention, des moitiés du registre d'images (ou A) sont commandées par horloge dans des directions opposées vers des registres respectifs de mémoire de demi-trame,

la Fig. 2 est un diagramme global de commande par horloge pour le fonctionnement typique de l'analyseur de la Fig. 1,

la Fig. 3 est un schéma simplifié d'une autre architecture d'analyseur d'images CCD en variante à celle

de la Fig. 1,

la Fig. 4 est un diagramme d'ensemble de commande par horloge d'un analyseur pour celui de la Fig. 3,

5 la Fig. 5 est un schéma simplifié de l'architecture de l'analyseur d'images CCD de la Fig. 1 en combinaison avec un appareil de conversion de balayage pour produire une fréquence apparemment plus élevée de la lecture de l'analyseur d'images CCD selon un aspect de
10 l'invention,

la Fig. 6 est un schéma simplifié de l'analyseur d'images de la Fig. 5 après qu'il a été modifié pour être utilisé avec des registres C cloisonnés, pour obtenir une fréquence apparente encore plus élevée de la
15 lecture de l'analyseur CCD selon un aspect de l'invention,

les Figs. 7, 8, 9, 10(a), 10(b), 11(a), 11(b) sont chacune une série de profils de potentiel en fonction du temps pour des registres CCD qui sont séparés pour des directions opposées de transfert de charge selon l'invention, les
20 séries de profil de potentiel correspondant respectivement à des registres d'intégration vidéo non entrelacée à trois phases avec de simples portes, d'intégration vidéo non entrelacée à trois phases avec des paires de portes, vidéo non entrelacée à deux phases, vidéo à trames entrelacées à trois phases et vidéo à trames entrelacées à
25 quatre phases et double commande d'horloge, et

chacune des Figs. 12 et 13 est un schéma simplifié d'un analyseur d'images CCD du type à transfert entre lignes réalisé selon l'invention.

30 Chacune des Figs. 10 et 11 comporte une partie (a) représentant la commande par horloge du registre d'images pour des trames d'ordre impair de l'image à trames entrelacées et une partie (b) représentant la commande par horloge du registre pour les trames d'ordre
35 pair.

La Fig. 1 montre un couplage optique 5 d'une image de trame entière (par un objectif généralement) avec un analyseur d'images CCD 10. L'analyseur 10 comporte de préférence, sur un seul substrat semi-conducteur, deux sections composantes d'analyseur CCD 11 et 12, chacune du type à transfert de trame, analysant des moitiés respectives de la trame entière. Le couplage optique avec l'analyseur d'images est assuré de manière à former une inversion et altération d'images conventionnelles avec la demi-image supérieure focalisée sur le registre 13 de la section 11 et la demi-image inférieure focalisée sur le registre 14 de la section 12. A cet effet, les registres 13 et 14 de mémoire de demi-trame des analyseurs de composantes 11 et 12 s'appuient par leurs extrémités opposées sur les connexions respectives avec les registres de mémoire de demi-trame respectifs 15 et 16 des analyseurs 11 et 12. Pendant les temps de transfert de trame, des lignes de paquets de charges représentant des éléments d'images de la moitié supérieure de l'image sont déplacés vers le bas par le premier registre de demi-image 13 et dans le premier registre de mémoire de demi-trame 15; les lignes de paquets de charges représentant des éléments d'images de la moitié inférieure de l'image sont déplacées vers le haut par le second registre de demi-image 14 et dans le second registre de mémoire de demi-trame 16.

Bien que les moitiés 13 et 14 du registre d'images s'appuient sur le même substrat, il y a un problème pour séparer les groupes de paquets de charges représentant respectivement la moitié supérieure et la moitié inférieure de l'image sans introduire une discontinuité notable d'une image de télévision restituée à partir des échantillons vidéo fournis par l'analyseur d'images CCD 10; ce problème est encore moins facile à résoudre quand l'entrelacement des trames utilisées et quand la ligne de division entre la partie supérieure et la partie inférieure de l'image change

une trame sur deux. Il est souhaitable de pouvoir transférer des charges dans des directions opposées de la moitié supérieure et la moitié inférieure des canaux de transfert de charges du registre d'images sans introduire
5 une séparation physique entre les moitiés de registre d'images 13 et 14 car cela tendrait à introduire une discontinuité notable dans une image de télévision reconstituée à partir des échantillons de charges prélevées. Il est hautement souhaitable de maintenir la régularité de la configuration des puits de potentiel sur
10 toute la surface du registre d'images pendant l'intégration d'images. Plus avant dans cette description, des moyens seront décrits pour maintenir cette régularité et, pour séparer en même temps exactement les moitiés d'images,
15 ces moyens dépendant fondamentalement de la manière dont les tensions d'horloge sont appliquées à la structure régulière des électrodes de grille recouvrant le registre d'images.

Dans l'analyseur de composante 11, l'extrémité
20 du registre 15 de mémoire de demi-trame opposée au registre 13 d'images de demi-trame est connectée pour le chargement en parallèle de paquets de charges dans un registre de ligne 17 en vue de la conversion pour la lecture en série, le registre de ligne 17 fonctionnant comme un
25 registre C pour l'analyseur CCD 11 de composante. Dans l'analyseur de composante 12, l'extrémité du registre 16 de mémoire de demi-trame opposée au registre 14 d'images de demi-trame est connectée pour un chargement en parallèle de paquets de charges dans un registre de lignes 18 en vue de
30 la conversion pour la lecture en série, le registre de ligne 18 fonctionnant comme registre C pour l'analyseur de composante 12. Le registre d'images complète ou registre A de l'analyseur CCD composite 10 est donc divisé en deux moitiés 13 et 14, ces registres d'images de demi-trame
35 étant appelés des "registres A/2". Les registres de mémoire

de demi-trame 15 et 16, qui sont appelés des "registres B/2" constituent le registre de mémoire de trame complet, ou registre B de l'analyseur CCD composite 10.

En ce qui concerne des détails sur la structure physique réelle de l'analyseur CCD 10, des canaux de transfert de charges sont définis dans la surface d'un substrat semi-conducteur ou dans une interface entre des couches dopées en opposition du substrat, la définition étant établie par des arrêts de canaux disposés dans le substrat le long des limites des canaux de transfert de charges. Plusieurs canaux de transfert de charges sont disposés en parallèle pour former les colonnes du registre d'images ou registre A et une succession de structures d'électrodes de grilles en parallèle sont disposées sur une couche isolante sur la surface "frontale" du substrat semi-conducteur de manière à croiser ces colonnes. Les profils des tensions d'horloge appliqués aux électrodes de grilles pendant les temps d'intégration d'images quand la commande dynamique du registre d'images est suspendue, définissent des "rangées" dans le registre d'images correspondant aux lignes de balayage de la sortie vidéo à balayage en trame de l'analyseur d'images CCD.

La photo-conversion de l'image de trame complète en des paquets de charges représentant des éléments d'images peut se faire dans des puits de potentiel induits dans le substrat semi-conducteur lui-même par des potentiels appliqués aux électrodes de grilles du registre d'images pendant les temps d'intégration d'images, un rayonnement étant introduit dans la surface frontale du substrat semi-conducteur par des électrodes de grilles transparentes, ou étant introduit dans la surface arrière d'un substrat semi-conducteur suffisamment mince. En variante, une photo-conversion peut se faire dans des éléments photo-sensibles connectés sélectivement pour

décharger des paquets de charges représentant des éléments d'images dans des positions voisines des canaux de transfert de charges du registre d'images; dans cette variante, les canaux de transfert de charges pouvant
5 être masqués pour l'image incidente à travers les éléments photo-sensibles sont bien entendu démasqués. Chacun des registres de mémoire de demi-trame 15 et 16 comporte également plusieurs canaux de transfert de charges en parallèle qui sont en fait des prolongements des canaux
10 de transfert de charges correspondants dans le registre A. Chacun des registres de mémoire de demi-trame 15 et 16 comporte en outre une succession respective d'électrodes de grilles en travers de ces canaux de transfert de charges.

15 Pendant les temps de transfert de trame, les électrodes de grilles des registres de mémoire de demi-trame 15 et 16 sont commandés dynamiquement en synchronisme avec les électrodes de grilles des parties 11 et 12 du registre d'images, desquelles les registres 15 et 16
20 reçoivent respectivement (une rangée à la fois) des paquets de charges représentant des lignes d'éléments d'images. Cette commande rangée par rangée de ces registres se fait à une fréquence relativement élevée pour se placer dans le temps de retour de trame et dans le cas où l'analyseur
25 d'images n'est pas obturé pendant le retour de trame, pour réduire l'étalement au transfert. L'étalement au transfert tend à apparaître non seulement dans des analyseurs d'images dans lesquels la photo-conversion est faite dans les canaux de transfert de charges eux-mêmes, mais également
30 en raison de la dispersion des effets de charges dans des analyseurs d'images avec des éléments photo-sensibles séparés.

Pendant le temps d'intégration d'images, quand
l'application des potentiels d'horloge dynamiques aux élec-
35 trodes de grilles du registre d'images est interrompu, les

électrodes de grilles dans les registres de mémoire de demi-trame 15 et 16 reçoivent des signaux d'horloge dynamiques qui leur sont appliqués à une fréquence d'horloge plus basse pour avancer des rangées de charges d'une ligne d'éléments d'images à un instant pendant un retour de ligne. Les dernières rangées de charges dans les registres de mémoire de demi-trame 15 et 16 sont avancées dans les registres C respectifs 17 et 18. Ces registres de ligne 17 et 18 reçoivent des registres de mémoire de demi-trames 15 et 16 des paquets de charges en parallèle pendant le retour de ligne, ces paquets de charges représentant une ligne d'éléments d'images. Pendant le balayage de ligne suivant, des parties des registres C 17 et 18 fonctionnent comme des registres à décalage pour transférer en série ces lignes de paquets de charges, une à la fois à la fréquence de balayage des éléments d'images vers les étages de sortie respectifs, réagissant aux signaux de sortie vidéo respectifs échantillonnés à la fréquence de balayage des éléments d'images.

A la même fréquence de transfert ligne par ligne du registre A au registre B, l'analyseur d'images CCD composite 10 peut terminer un transfert de trame dans la moitié du temps d'un analyseur conventionnel si les demi-trames sont transférées simultanément. Que les demi-trames soient transférées simultanément ou non, pour une fréquence donnée de transfert ligne par ligne, le nombre des lignes qui sont dans chaque transfert et qui sont soumises au transfert de trame, l'accumulation de charges d'étalement est divisée par moitié.

Les transferts des deux registres A/2 vers les registres B/2 se font dans le retour de trame. Par conséquent, la commande rapide du registre C associée avec ce transfert n'est pas présente et par conséquent, ne couple pas par capacité à travers le substrat de l'analyseur pour

interférer avec la lecture d'images pendant le balayage de ligne. Le registre B/2 15, pendant la première moitié du balayage de trame transfère au registre C 17 les paquets de charges qui lui ont été précédemment transférés après avoir été produits dans le registre A/2 13 en

5 réponse à la moitié supérieure de l'image. Ce transfert est effectué en parallèle, une ligne à la fois pendant le retour de ligne; le registre C 17 est lu en série pendant le balayage de ligne pour fournir des échantillons du signal vidéo de sortie, par l'intermédiaire d'un multi-

10 plexeur à division temporelle 19 commuté à la fréquence de demi-trame.

Le transfert ligne par ligne du registre B/2 16 vers le registre C 18 et la lecture en série du registre C 18 par le multiplexeur 19 pour fournir des échantillons

15 du signal vidéo pendant la seconde moitié du balayage de trame ne produit pas un échantillonnage ligne par ligne continu de la trame d'images entière comme cela est souhaité pour obtenir des échantillons de signal vidéo de sortie à balayage en trame. La sortie du registre C 18 doit

20 être fournie au multiplexeur 19 par la disposition d'une mémoire de demi-trame 20, une mémoire écrite ligne par ligne dans une séquence et lue ligne par ligne dans une séquence opposée pour obtenir cet échantillonnage ligne par ligne continu se poursuivant de la première moitié du

25 balayage de trame à la seconde moitié de ce balayage. L'écriture de la mémoire de demi-trame 20 est effectuée commodément pendant la première moitié du balayage de trame, commandant les registres B/2 15 et 16 en synchronisme et les registres C 17 et 18 en synchronisme.

30 La mémoire de demi-trame 20 peut mémoriser des échantillons sous forme analogique. Une mémoire CCD située sur un substrat semi-conducteur séparé de l'analyseur d'images CCD 10 convient pour cette mémoire de demi-trame. Si les échantillons du signal analogique provenant des registres

35 C 17 et 18 doivent être finalement numérisés, la mémoire

de demi-trame 20 peut être une mémoire numérique mémorisant des échantillons numériques qui lui sont fournis par un convertisseur analogique-numérique utilisé après le registre C 18.

5 La Fig. 2 est un diagramme de commande par horloge du fonctionnement typique du système d'analyseur d'images de la Fig. 1. La mémoire de demi-trame 20 est décrite ligne par ligne dans l'ordre normal inversé des lignes pendant la première moitié de l'intervalle de
10 balayage de trame avec des échantillons fournis en série par le registre C 18 pendant chaque période de balayage de ligne. La mémoire de demi-trame 20 est ensuite lue ligne par ligne dans l'ordre normal des lignes pendant la seconde moitié de l'intervalle de balayage de trame.
15 Pendant la seconde moitié de l'intervalle de balayage de trame, l'arrêt de commande par horloge des registres A/2 13 et 14 qui s'est produit pendant la première moitié d'intervalle se poursuit et des photos-charges représentant une image continuent à s'accumuler dans ces registres.
20 Pendant la seconde moitié du balayage de trame, la commande horloge des registres B/2 15 et 16 et celle des registres C 17 et 18 est également arrêtée, les informations mémorisées dans le registre B/2 16 concernant la seconde moitié de la trame précédente ayant déjà été transférée
25 par le registre C 18 pour être écrite dans la mémoire 20 pendant la première moitié de cette trame précédente.

Le transfert de trame se fait pendant le temps de retour de balayage de trame suivant la seconde moitié du balayage de trame. Le registre A/2 13 et le registre
30 B/2 15 sont commandés en synchronisme à la fréquence de transfert de ligne relativement élevée pour transférer la moitié supérieure de l'image du registre A/2 13 au registre B/2 15. Une charge rémanente dans le registre B/2 15 résultant du courant d'obscurité intégrée est éliminé de
35 la partie d'analyseur 11 par le registre C 17 fonctionnant

à une fréquence d'horloge très élevée. (En variante, l'accumulation de charge rémanente dans les dernières lignes du registre B/2 peut être autorisée, ces lignes de charges accumulées étant éliminées après le transfert de trame et avant que les lignes d'images ne soient sorties pendant le balayage de trame). Le registre A/2 14, le registre B/2 16 et le registre C 18 de la partie d'analyseur 12 fonctionnent de façon similaire à celle du registre A/2 13, du registre B/2 15 et du registre C 17 respectivement, de la partie d'analyseur 11 sauf que les phases d'horloge sont choisies de manière que la direction du transfert de trame dans la partie d'analyseur d'images 12 soit opposée à celle dans la partie d'analyseur 11.

Pendant la première moitié de la période suivante de balayage de trame, la commande par horloge est à nouveau interrompue dans les registres A/2 13 et 14. La commande par horloge se poursuit dans les autres registres à une fréquence plus basse. Les paquets de charges transférés représentant la moitié supérieure de l'image intégrée dans la période de balayage de trame précédente sont déplacés, une ligne à la fois, du registre B/2 15 pendant le retour de ligne pour charger en parallèle le registre C 17. A partir du registre C 17, les échantillons de sortie sont fournis en série pendant le balayage de ligne suivant et sont aiguillés par le multiplexeur 19 pendant la première moitié du balayage de trame pour produire les échantillons du signal vidéo fournis à la sortie de l'appareil de la Fig. 1. Les paquets de charges transférés représentant la moitié inférieure de l'image intégrée pendant la période de balayage de trame précédente sont déplacés dans le registre B/2 16 et le registre C 18 pour fournir les échantillons du signal à écrire dans la mémoire de demi-trame 20. Le cycle de fonctionnement est répété, car la seconde moitié du balayage de trame se produit à

nouveau; les échantillons représentant la moitié inférieure de l'image intégrée pendant la trame précédente sont lus dans la mémoire de demi-trame 20 vers le multiplexeur 19 dans l'ordre des lignes qui est opposé à l'ordre dans lequel ils ont été écrits.

L'intégration du courant d'obscurité dans le registre B d'un analyseur d'images CCD avec l'organisation conventionnelle d'un registre A complet suivi par un registre B complet, suivi par un registre C entraîne une rampe du haut vers le bas dans le signal de sortie vidéo, qui tend à apparaître comme une légère ombre de trame dans une image de télévision reconstituée à partir de ce signal de sortie vidéo. Quand l'analyseur d'images CCD de la Fig. 1 fonctionne selon la Fig. 2, les rampes de courant d'obscurité apparaissent dans chaque demi-trame mais leur amplitude finale tend à être la moitié de l'amplitude finale de la rampe de courant d'obscurité développée avec l'organisation conventionnelle des analyseurs d'images CCD.

La Fig. 3 représente un analyseur d'images CCD composite 30 avec une organisation différente pour éviter la nécessité d'une mémoire de demi-trame supplémentaire. L'analyseur d'images CCD composite 30 comporte un analyseur CCD de composante 11 comme utilisé dans l'analyseur composite 10 déjà décrit. L'analyseur composite 30 comporte également un analyseur de composante 32. Contrairement à l'analyseur de composante 12 utilisé dans l'analyseur 10, l'analyseur 32 est du type comportant un registre 34 d'images de demi-trame (ou A/2) et un registre 36 de mémoire de demi-trame (ou B/2) sur les côtés opposés du registre C 38. Le registre B/2 36 comporte également un drain d'extrémité 37 à son extrémité opposée au registre C 38.

L'analyseur d'images CCD composite 30 présente une certaine ressemblance avec un analyseur d'images CCD

déjà décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 777 061. Ce brevet décrit un analyseur d'images comportant une section d'analyse d'images (ou registre A) avec une section de mémoire de lecture conventionnelle (ou registre B) et une section d'analyse de ligne (ou registre C) à l'une de ses extrémités, mais avec l'autre de ses extrémités et une seconde section de lecture sur les côtés opposés d'une section d'analyse de ligne. L'analyseur d'images selon ce brevet est utilisé pour produire deux images de trame complète séparées en sé-
quence ou en parallèle. Ainsi, les sections de mémoire de lecture ont une capacité de mémorisation de trame entière. Le contenu entier de la section de prise d'images (c'est-à-dire le contenu entier du registre A) est lu pour l'une des deux sections de lecture, le transfert de charge complet se faisant dans un sens.

Pour chaque trame d'image, les paquets de charges intégrées dans chacune des moitiés 34, 13 du registre d'images de l'analyseur CCD 30 (comme les paquets de charges intégrées dans chacune des moitiés 14, 13 du registre d'images de l'analyseur 10 de la Fig. 1) sont transférés dans des sens opposés à ceux des paquets de charges dans l'autre moitié du registre d'images. Les directions de de transfert de charges ne sont pas alternées d'une trame à l'autre comme dans l'analyseur selon le brevet précité. Les deux sections de mémorisation de lecture de registre d'images 15, 36 dans l'analyseur CCD 30, de même que dans l'analyseur CCD 10, ne sont pas des registres B de trame complète comme dans le brevet précité. Ce sont des registres (B/2) de mémoire de demi-trame.

Le fonctionnement de l'analyseur CCD 30 impose que le transfert de trame depuis le second registre A/2 34 se produise pendant le retour de trame ou la première moitié du balayage de trame. Il est plus commode d'effectuer le transfert de trame à partir du registre A/2 34

pendant le retour de trame pour éviter que le couplage électrostatique de l'horloge de transfert de trame par le substrat de l'analyseur vers le premier registre C 17 n'interfère avec sa lecture.

5 La Fig. 4 est un diagramme de commande par horloge du fonctionnement de l'analyseur d'images de la Fig. 3, lorsqu'elle est exécutée de cette manière. Il convient de commander les registres A/2 13 et 34 en même temps pendant le retour de balayage de trame et à la même
10 fréquence d'horloge, avec des phases respectives qui conviennent pour les directions opposées de propagation des charges dans les registres A/2 13 et 34. Le transfert de charges du registre A/2 34 se fait par le second registre C 38 dans le registre B/2 36, ce registre B/2 36
15 étant commandé en synchronisme avec le registre A/2 34 pendant le transfert de trame.

 Une charge rémanente dans le registre B/2 36 résultant de l'intégration du courant d'obscurité est transférée au drain d'extrémité 37. Le drain d'extrémité
20 37 n'est pas nécessaire si le registre B/2 36 comporte des lignes supplémentaires à son extrémité opposées au registre C 38. Une charge rémanente peut s'accumuler dans ces lignes et être éliminée à la fin du balayage de trame.

 Pendant la première moitié du balayage de trame
25 dans l'analyseur d'images 30, comme dans l'analyseur 10 de la Fig. 1, le premier registre 15 de mémoire de demi-trame est commandé ligne par ligne pour charger en parallèle le premier registre C 17 pendant le retour de ligne; et pendant le balayage de ligne suivant, le registre C 17 est
30 commandé comme un registre à décalage qui décale des paquets de charges à la fréquence de balayage d'éléments d'images pour fournir une série d'échantillons de signal vidéo de sortie représentant une ligne de l'image. Dans l'analyseur 30, le second registre de mémoire de demi-trame 36 (ou B/2) contrairement au registre B/2 16 de
35

l'analyseur 10, n'est pas commandé pour le transfert de charges pendant la première moitié du balayage de trame. Les paquets de charges représentant la moitié inférieure de l'image sont maintenus en mémoire dans le registre B/2 36 pendant la première moitié du balayage de trame.

Le registre B/2 36 est commandé par horloge ligne par ligne pendant la seconde moitié du balayage de trame pour charger en parallèle le second registre C 38 pendant le retour de ligne. Ensuite, pendant le balayage de ligne suivant, le registre C 38 est commandé comme un registre à décalage qui décale des paquets de charges à la fréquence de balayage des éléments d'images pour fournir une série d'échantillons de signal vidéo de sortie représentant une ligne de l'image. Le registre B/2 15 et le registre C 17 ne conservent qu'une charge rémanente due à l'intégration de courants d'obscurité et leur commande par horloge peut être interrompue.

Le multiplexeur 19 est commuté à la fréquence de demi-trame pour sélectionner cet échantillon de signal vidéo de sortie provenant du premier registre C 17 pendant la première moitié du balayage de trame et du second registre C 38 pendant la seconde moitié du balayage de trame. La commande par horloge est interrompue pendant le balayage de trame dans les deux registres A/2 13 et 34, constituant l'ensemble du registre d'images de l'analyseur CCD 30 pour permettre l'intégration de charges pendant une période de balayage de trame entière, plus dans de nombreux cas une partie de la période de retour de trame. Dans de nombreux cas, la division par deux du transfert de charge offerte par l'invention se fait dans le cadre d'un système de télévision ayant des longueurs prescrites de périodes de balayage et de retour. Ainsi, la réduction du temps de retour de trame pour coïncider avec la réduction au minimum du temps nécessaire pour le transfert de trame est exclue.

Plutôt que de tenter d'éliminer la mémoire de

5 demi-trame 20 nécessaire dans le fonctionnement de
l'analyseur d'images CCD 10 de la Fig. 1, il est possi-
ble de prévoir une mémoire supplémentaire utilisée pour
la conversion de balayage conjointement avec le fonc-
10 tionnement de l'analyseur 10. Si une conversion correcte
de balayage est utilisée, il faut noter (voir le dia-
gramme de la Fig. 2) que la lecture en parallèle des
registres B/2 15 et 16 par leurs registres C 17 et 18
respectifs peut être étendue pour couvrir toute la
15 période de balayage de trame plutôt que juste la première
moitié de ce balayage de trame. Cela divise par deux la
fréquence d'horloge des registres B/2 15 et 16 et, ce qui
importe davantage, divise par deux la fréquence d'horloge
des registres C 17 et 18 pendant la lecture d'images. Les
20 réductions de fréquence d'horloge améliorent l'efficacité
du transfert de charges dans les registres C 17 et 18.
Cette efficacité est particulièrement importante lorsque
le nombre des éléments d'images par ligne atteint 2^{10} ou
environ.

20 La Fig. 15 est un exemple d'un schéma de conver-
sion de balayage du type décrit. Les échantillons du signal
analogique de sortie des registres C 17 et 18 sont numé-
risés dans des convertisseurs analogique-numérique 41 et
42 respectivement pour faciliter l'utilisation d'une
25 mémoire numérique dans les convertisseurs de balayage 50
et 55 qui convertissent la fréquence de balayage demi-
normale des signaux de sortie de registre C en une fré-
quence de balayage normale pour l'application au
multiplexeur 19 de fréquence de demi-trame.

30 Le convertisseur de balayage 50 effectue un
doublement de fréquence de balayage, les échantillons vidéo
numérisés provenant du convertisseur 41 étant multiplexés
en division temporelle par un multiplexeur de fréquence de
trame 51 pour l'écriture alternée des mémoires de demi-
35 trame 52 et 53 sur des trames alternées, l'écriture étant
faite à la moitié de la fréquence de balayage normale. L'une

des mémoires de demi-trame 52, 53 qui n'est pas écrite pendant un intervalle de balayage de trame est lue à une fréquence de balayage normale pendant la première moitié de ce balayage de trame et elle fournit au multiplexeur 5 19 de fréquence de demi-trame sa première entrée de demi-trame.

Le convertisseur de balayage 55 effectue non seulement un doublement de fréquence de balayage mais assure également l'inversion du balayage de rangée formel- 10 lement prévue par la mémoire de demi-trame 20 dans la combinaison de la Fig. 1. Un multiplexeur de fréquence de trame 56 dans le convertisseur de balayage 55 sélectionne l'une sur deux des mémoires de demi-trame 57 et 58 pour l'écriture à la moitié de la fréquence normale de balayage 15 dans des trames alternées. Mais l'ordre d'écriture des lignes dans celles sélectionnées des mémoires de demi-trame 57 et 58 est opposée à l'ordre de la lecture aux fréquences normales pendant la dernière moitié du balayage de trame suivant. Le multiplexeur de fréquence de trame 59 20 sélectionne la lecture de l'une des mémoires de trame 57 et 58 disponibles pour fournir au multiplexeur 19 de fréquence de demi-trame sa seconde entrée de demi-trame. (le spécialiste dans la technique d'électronique numérique peut noter que les multiplexeurs 19, 51, 54, 56 et 59 peuvent être 25 soumis à la commande de lecture/écriture des mémoires numériques utilisées pour les mémoires de demi-trame 52, 53, 57 et 58 et qu'ils n'apparaissent pas comme des éléments de circuit séparés, représentés dans le but de faciliter l'explication de cet aspect de l'invention).

30 La Fig. 6 montre comment il est possible d'étendre encore l'idée de réduction des nécessités de vitesse des registres B et C en cloisonnant le registre B. Plutôt que le registre B soit cloisonné de manière que seulement deux parties soient lues en parallèle, il peut être cloisonné en 35 quatre parties qui sont lues en parallèle. L'analyseur

d'images CCD 70 est semblable à l'analyseur 10 de la Fig. 1 à l'exception que la moitié d'analyseur 71 comporte deux registres C/2 de demi-ligne 73 et 75 en place du registre C 17 de ligne complète, et l'analyseur d'images 72 comporte deux registres C/2 74 et 76 de demi-ligne au lieu du registre C 18 de ligne complète.

Le registre C/2 73 est chargé en parallèle, une ligne à la fois, pendant le retour de ligne avec des paquets de charges provenant seulement du côté gauche du registre B/2 15 et il transfert ces paquets de charges en série vers le convertisseur analogique-numérique 41. Ce transfert en série est autorisé à prendre un temps de balayage de ligne complet plutôt que le temps de balayage d'une demi-ligne seulement, ce qui divise à nouveau à moitié la fréquence de commande de lecture du registre de sortie. Cela est plus important quand le nombre des échantillons d'éléments d'images par ligne est grand (2^{10} ou environ).

La nécessité de vitesse de transfert en parallèle des paquets de charges dans un registre de sortie ne change bien entendu pas quand le nombre des paquets de charges transférés augmente. C'est la commande par horloge de la sortie en série des registres de ligne de sortie qui présentent la plus grande difficulté quand le nombre des échantillons par ligne dans un signal de sortie d'analyseur d'images CCD augmente.

Les paquets de charges provenant du côté droit du registre B/2 15 sont utilisés pour charger en parallèle le registre C/2 75, une ligne à la fois pendant le retour de ligne et pendant le balayage de ligne suivant les paquets de charges de cette ligne sont lus en série par un convertisseur-analogique 43. Un convertisseur de balayage 80 est utilisé pour doubler la fréquence de balayage de ligne pour qu'elle soit ce qu'elle aurait été avec le registre C 17 remplacé par les registres C/2 73 et 75. Les échantillons

vidéo de sortie du convertisseur analogique-numérique 41 sont multiplexés en division temporelle par un multiplexeur de fréquence de ligne 81, pour charger alternativement les mémoires de demi-ligne 82 et 83 par des galayages de lignes alternées. Un multiplexeur de fréquence de ligne 84 sélectionne l'une des mémoires 82 et 83 de demi-ligne qui n'est pas écrite pour la lecture à la fréquence d'horloge double afin de fournir une première entrée de demi-ligne à un multiplexeur 85 de fréquence de demi-ligne. Les échantillons vidéo de sortie du convertisseur analogique-numérique 43 sont multiplexés en division temporelle par un multiplexeur de fréquence de ligne 86 pour charger alternativement les mémoires de demi-ligne 87 et 88 avec des trames alternées. L'ordre d'écriture dans celle sélectionnée des mémoires de demi-ligne 87 et 88 pendant un balayage de ligne est inverse de l'ordre de la lecture pendant la dernière moitié du balayage de ligne suivant à appliquer par le multiplexeur de fréquence de ligne 89 comme seconde entrée de demi-ligne du multiplexeur de fréquence de demi-ligne 85. La sortie du multiplexeur de fréquence de demi-ligne 85 fournit au convertisseur de balayage 50 les mêmes échantillons de signaux que le registre C 17 dans la combinaison de la Fig. 5.

L'autre registre de mémoire de demi-trame 16 (ou B/2) de l'analyseur d'image CCD 70 de la Fig. 6 est lu de façon similaire par des registres C/2 74 et 76. Les échantillons analogiques de sortie des registres C/2 74 et 76 sont numérisés dans des convertisseurs analogiques-numériques 42 et 44 respectivement et appliqués au convertisseur de balayage 90 pour produire les mêmes échantillons d'entrée du convertisseur de balayage 55 que ceux qui lui sont fournis par le registre C/18 dans la disposition de la Fig. 5. Le convertisseur de balayage 90 comporte des éléments 91-99 correspondant aux éléments 81-89 du conver-

tisseur de balayage 80. Le spécialiste en matière de circuits numériques peut noter que les fonctions des convertisseurs de balayage 50, 55, 80 et 90 peuvent aussi être remplis par une lecture et une écriture alternées de deux mémoires de trame complète, chacune divisée par quatre pour l'accès de manière à permettre que la lecture et l'écriture se fassent dans des séquences opposées.

Le cloisonnement du registre B en moitiés ou en quarts, en ce qui concerne la lecture des paquets de charges constitue une technique puissante pour réduire la fréquence d'horloge des analyseurs d'images CCD à haute résolution. Cela est vrai même si une obturation du registre d'images rend inutile le cloisonnement du registre d'images pour la réduction de l'étalement au transfert. Un analyseur d'images CCD du type à transfert de trame comportant un registre B cloisonné avec des registres C aux extrémités respectives du registre B et comportant un registre A non cloisonné qui transfère des paquets de charges par l'un des registres C vers le registre B cloisonné est possible. Il est possible de modifier ce dernier analyseur d'images pour utiliser des registres C/2 au lieu de son registre C. Il est également possible que le registre B soit divisé en bandes multiples, chacune d'une longueur de quelques lignes, avec des registres C respectifs, certains des registres C étant intercalés dans les registres B et agencés pour que le transfert des paquets de charge se fasse par eux pendant le transfert de trame chargeant le registre B. Avec ce dernier analyseur, le déplacement des échantillons du registre B par les registres C peut se faire à une fréquence encore réduite.

La commande par horloge des deux registres A/2 (13, 14 ou 13, 34) pour transférer des paquets de charges dans des directions opposées est moins difficile quand l'entrelacement des trames n'est pas utilisé. Les Figs. 7

et 8 montrent des diagrammes de profils de potentiel illustrant des dispositions typiques de commande d'horloge à trois phases; la Fig. 9 montre des diagrammes de profils de potentiel dans une disposition de commande par horloge à deux phases. Dans les diagrammes de profil de potentiel de la présente description, les profils de potentiel dans une colonne du registre d'images sont tracés entre l'extrême gauche et l'extrême droite de la Figure, par convention dans ce genre de diagramme; et lorsqu'il est fait mention de la gauche ou de la droite dans la description de ces diagrammes, en se référant à cette convention, il ne faut pas confondre avec la gauche et la droite rapportées au plan d'image dans la convention de télévision. Les diagrammes de profils de potentiel sont également tracés de façon conventionnelle en ce qu'un potentiel positif croissant (+V) est dirigé vers le bas. La ligne centrale du registre d'images complet - c'est-à-dire la limite entre les deux registres A/2 - est représentée dans chaque diagramme d'horloge comme une succession de tirets alternativement longs et courts. Les structures de grilles du canal à transfert de charges formant une colonne du registre d'images apparaissent par convention en haut du diagramme d'horloge. Dans la commande d'horloge biphasée, les diffusions introduisant des gradients directionnels sur les grilles sont représentées comme des petits rectangles.

Sur la Fig. 7, la configuration des puits de potentiel le long d'une colonne d'un registre d'images à trois phases pendant l'intégration d'images est représentée comme la tranche supérieure dans le temps (t_0) du diagramme d'horloge, la commande par horloge étant interrompue avec la seconde phase d'horloge ϕ_2 positive par rapport à la première et la troisième phase ϕ_1 et ϕ_3 . Des puits pour recueillir les charges sont induits sous les grilles auxquels la phase d'horloge ϕ_2 est appliquée. Des porteurs

de charges qui ont été produits par la réponse photo-
électrique dans la région sous une grille recevant un
potentiel d'horloge ϕ_2 relativement positif et dans les
régions sous les grilles voisines recevant des poten-
5 tiels d'horloge ϕ_1 et ϕ_3 relativement négatifs sont
recueillis dans le puits induit sous cette grille rece-
vant le potentiel d'horloge ϕ_2 . Des paquets de charges
représentant les quatre éléments d'images PEL1, PEL2,
PEL3 et PEL4 sont représentés, recueillis sous des
10 grilles successives recevant la phase d'horloge ϕ_2 .
Remplaçant les grilles qui reçoivent l'horloge ϕ_1 de
chaque côté de la ligne centrale du registre d'images,
ces puits de potentiel sont uniformément espacés le long
de la colonne du registre d'images. Ceci, malgré que
15 l'ordre des phases d'horloge à la gauche de la ligne
centrale du registre d'images est telle qu'elle trans-
porte des paquets de charges vers la gauche quand la
commande par horloge du registre d'images reprend, et que
l'ordre des phases d'horloge à la droite de la ligne
20 centrale du registre d'images est telle qu'elle transporte
des paquets de charges vers la droite quand la commande
par horloge du registre d'images reprend.

Les six tranches de temps t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 et
 t_6 représentent des temps successifs dans le premier cycle
25 de commande d'horloge complète quand la commande par hor-
loge du registre d'images est reprise. Les temps t_1 , t_3 et
 t_5 sont des temps de transition et des écarts normaux par
rapport aux profils idéaux de potentiel représentés peuvent
être prévus. Ce cycle de commande par horloge a pour effet
30 de déplacer PEL2 vers la position initialement occupée par
PEL1 et de déplacer PEL3 vers la position initialement
occupée par PEL4, chaque mouvement étant effectué par une
technique standard de commande par horloge à trois phases.
Les positions précédemment occupées par PEL2 et par PEL3
35 sont laissées vides (à l'exception du courant d'obscurité

intégré qui est considéré comme négligeable).

La Fig. 8 montre la commande par horloge dans des directions opposées dans un registre d'images à trois phases, lorsque pendant un temps d'intégration d'images t_0 la commande est interrompue avec des phases d'horloge ϕ_2 et ϕ_3 toutes deux positives par rapport à la phase ϕ_1 . L'intégration sous des paires de grilles réduit le bruit de cloisonnement qui apparaît comme un grain, ce bruit étant associé avec une longueur accrue de la structure de grille sous laquelle aucune charge ne peut être recueillie. Mais la contribution du courant d'obscurité à chaque élément d'image est accrue.

Il faut noter que les deux moitiés du registre d'images s'appuie au centre d'une grille ϕ_1 maintenue au niveau bas pendant l'intégration d'images; et le cycle de grille normal ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 se poursuit dans chaque direction à partir de cette grille centrale ϕ_1 . Quand la commande par horloge du registre bas est reprise pendant le transfert de trame dans l'intervalle de retour de trame, la charge intégrée en paquets sous les grilles ϕ_2 est combinée avec la charge intégrée en paquets sous les grilles ϕ_3 suivantes quand l'horloge ϕ_2 passe au niveau bas tandis que l'horloge ϕ_3 reste au niveau haut à l'instant t_1 . A l'instant t_2 , quand l'horloge ϕ_1 passe au haut, un puits vide apparaît sous la grille centrale ϕ_1 . Plus tard à l'instant t_5 , ce puits vide se sépare en positions derrière PEL2 sur le côté gauche du registre et derrière PEL3 sur le côté droit du registre.

Selon la Fig. 9, la configuration des puits de potentiel le long d'une colonne d'un registre d'images à deux phases est représentée comme la tranche supérieure dans le temps (t_0) du diagramme par horloge, cette commande étant interrompue avec les phases ϕ_1 et ϕ_2 maintenues à la même tension. Dans la partie gauche du registre d'images, des puits destinés à recueillir des charges sont induits

sous les parties gauche des grilles par les diffusions qui se trouvent au-dessous; et dans la partie droite du registre d'images, ces puits sont produits sous les parties droite des grilles par les diffusions qui se trouvent au-dessous. L'électrode de grille par laquelle passe la ligne centrale du registre d'images a une largeur d'environ la moitié des autres électrodes de grilles et comporte des diffusions disposées au-dessous de chacun de ses bords pour induire des puits qui recueillent une charge au-dessous de chacun des bords. La barrière de potentiel dans la partie centrale de cette grille est le point de décision où il est déterminé si une charge est recueillie dans la moitié supérieure du registre d'images ou dans sa moitié inférieure. A la gauche de la ligne centrale du registre d'images, les diffusions disposées au-dessous des parties gauche des électrodes de grilles provoque des champs de décalage au-dessous de ces grilles tendant à propulser les porteurs de charges vers la gauche le long du canal où la commande reprend. A la droite de la ligne centrale du registre d'images, les gradients de diffusions disposées au-dessous des parties gauche des électrodes de grilles produisent des champs de décalage au-dessous de ces grilles tendant à propulser les porteurs de charges vers la droite le long du canal quand la commande par horloge reprend. La commande par horloge est reprise avec la phase d'horloge appliquée à la grille par laquelle passe la ligne centrale du registre d'images, initialement au niveau "bas" (relativement négative) pour maintenir la barrière d'énergie de potentiel au-dessous de sa partie centrale comme point de décision pour la propagation des charges pendant le transfert d'images ainsi que pour le collectage pendant l'intégration d'images.

Des paquets de charges représentant six éléments d'images sont représentés, ayant été recueillis au-dessous

de six grilles successives pendant le temps t_0 . Trois éléments d'images PEL5, PEL6 et PEL7 sont recueillis à la gauche de la ligne centrale du registre d'images et trois éléments d'images PEL8, PEL9 et PEL10 sont recueillis à la droite de la ligne centrale du registre d'images.

Quand la commande par horloge reprend pour placer ϕ_1 relativement négatif et ϕ_2 relativement positif à l'instant t_1 , PEL7 est transféré à gauche pour se confondre avec PEL6 car le niveau d'énergie potentielle sous les parties gauche des grilles à la gauche du registre d'images est inférieur au niveau sous leurs parties droite. PEL5 est également transféré à gauche pour être extrait et se confond avec le paquet de charges représentant l'élément d'images immédiatement à sa gauche.

Sur le côté droit du registre d'images, PEL8 est transféré plus à droite pour se confondre avec PEL9 et PEL10 est transféré à droite pour sortir et se confondre avec le paquet de charges représentant l'élément d'image immédiatement à sa droite. Le transfert se fait vers la droite car le niveau d'énergie potentielle sous les parties droite des grilles sur le côté droit du registre d'images est inférieur au niveau sous leurs parties gauches.

Lorsque ϕ_1 passe au niveau haut et ϕ_2 au niveau bas à l'instant t_2 , des puits vides apparaissent sous les bords de la grille ϕ_1 par laquelle passe la ligne centrale du registre d'images. Les éléments d'images combinés (comme PEL8 et PEL9) sur le côté droit du registre d'images sont davantage transférés à droite. Sur le côté gauche du registre d'images, des éléments d'images combinés (comme PEL6 et PEL7) sont davantage transférés à gauche.

Ensuite, à l'instant t_3 , ϕ_1 passe au niveau bas et ϕ_2 au niveau haut. Les éléments d'images combinés PEL6 et PEL7 sont transférés davantage à gauche et le puits vide sur le côté gauche du registre d'images est également transféré davantage à gauche pour occuper la position des

éléments d'images combinés PEL6 et PEL7 précédemment occupés à l'instant t_1 . Le puits vide sur le côté droit du registre d'images est transféré plus à droite pour occuper la position précédemment occupée par les éléments d'images combinés PEL8 et PEL9 à l'instant t_1 et les éléments d'images combinés sur la moitié droite du registre sont transférés davantage vers la droite du dessin.

Les diagrammes de profils de potentiel suivant ceux de chacune des Figs. 7, 8 et 9 apparaissent de façon évidente pour l'homme de l'art, conformes à la pratique standard de la commande par horloge à trois phases et à deux phases. Des variantes possibles de la commande d'horloge représentées sur les Figs. 7, 8 et 9 tirant profit de la présente description se suggèrent d'eux-mêmes pour le spécialiste. Sur la Fig. 7, les deux grilles immédiatement voisines de la ligne centrale du registre peuvent être des grilles d-c polarisées de façon permanente au niveau bas par exemple. Sur la Fig. 9, la grille ϕ_1 après la ligne centrale du registre d'images peut être remplacée par une grille d-c polarisée de façon permanente au niveau bas ou par un drain, à titre d'autres exemples.

Bien que les Figs. 7-9 soient considérées en relation avec une colonne d'un registre d'images cloisonné (qui est un registre en matrice), elles peuvent aussi être considérées comme représentant un registre C cloisonné (qui est un registre linéaire). Plutôt qu'une charge soit produite par une réponse photo-électrique, une charge est admise au registre C cloisonné en format de paquets en parallèle depuis le registre d'images B ou d'une partie de ce registre.

La manière selon laquelle un registre d'images séparé avec ses parties commandées par horloge pour transférer des paquets de charges dans des directions opposées peut être commandée pour permettre l'entrelacement de

trames sera maintenant examinée.

La Fig. 10 comporte des parties a) et b) représentant la commande par horloge du registre d'images pendant une trame d'ordre impair et pendant une trame d'ordre pair respectivement. ϕ_1 , ϕ_2 et ϕ_3 sont des tensions d'horloge successives à trois phases pour la moitié droite du registre d'images et ϕ_4 , ϕ_5 et ϕ_6 sont des tensions d'horloge successives à trois phases pour la moitié gauche du registre d'images. Pendant l'intégration d'images (par exemple un instant t_0 dans la trame d'ordre impair et à l'instant t'_0 d'ordre pair) quand la commande par horloge du registre d'images est interrompue, les électrodes de grilles recevant les tensions d'horloge ϕ_1 , ϕ_2 et ϕ_3 pendant le transfert de trames sont polarisées respectivement de façon similaire aux électrodes de grilles recevant les tensions d'horloge ϕ_4 , ϕ_5 et ϕ_6 pendant le transfert de trames.

Le fait de maintenir seulement les grilles ϕ_2 et ϕ_5 au niveau haut pendant l'intégration d'images dans des trames d'ordre impair et de maintenir seulement les grilles ϕ_3 et ϕ_4 au niveau haut pendant l'intégration d'images dans des trames paires réaliserait l'entrelacement "deux tiers" bien connu; et il y aurait une discontinuité d'une trame à l'autre dans les dimensions des éléments d'images près de la ligne centrale du registre d'images. La demande de brevet RCA 79 451 intitulée REDUCING GRAIN IN MULTI-PHASE-CLOCKED CCD IMAGERS, au nom de D. F. Battson décrit une modification de l'opération d'entrelacement deux-tiers. Pour l'application de cette modification à l'analyseur d'images de la Fig. 10 (a) et (b) pendant l'intégration d'images, les grilles ϕ_1 et ϕ_6 sont maintenues à un niveau de polarisation intermédiaire entre le niveau de polarisation appliqué aux grilles ϕ_2 et ϕ_5 et le niveau de polarisation appliqué aux grilles ϕ_3 et ϕ_4 . Selon cette demande de brevet, cela réduit le bruit de drain dans le signal de sortie de l'analyseur.

En dehors de cela, et ce qui importe davantage ici, est que le niveau de polarisation intermédiaire appliqué aux grilles ϕ_1 et ϕ_6 est réglé pour perturber l'entrelacement deux-tiers, ce qui donne un entrelacement correct avec un contenu moyen des puits d'énergie, toujours selon cette demande de brevet.

Avec ce schéma d'intégration d'images, pour commander par horloge des paquets de charges dans des directions opposées des deux moitiés du registre d'images pendant les temps de transfert de trames, la correspondance des phases d'horloge de ϕ_4 , ϕ_5 et ϕ_6 et des phases d'horloge ϕ_1 , ϕ_2 et ϕ_3 doit changer d'une trame à l'autre et doit différer de la correspondance des niveaux de polarisation appliqués aux groupes de grilles pendant l'intégration d'images. L'instant t_1 dans la trame d'ordre impair et l'instant t'_1 dans la trame d'ordre pair marque les instants de transition de l'intégration d'images au transfert de trames. Dans le transfert de trames d'ordre impair les phases d'horloge ϕ_4 , ϕ_5 et ϕ_6 sont synchrones avec les phases d'horloge ϕ_1 , ϕ_2 et ϕ_3 respectivement. Dans le transfert de trames d'ordre pair, les phases d'horloge ϕ_4 , ϕ_5 et ϕ_6 sont synchrones avec les phases d'horloge ϕ_3 , ϕ_1 et ϕ_2 respectivement.

Pendant le transfert de trames, le registre B/2 qui reçoit des paquets de charges de la moitié droite du registre d'images doit être commandé en synchronisme avec les mêmes phases d'horloge ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3 appliqués à ce registre A/2. Et le registre B/2 recevant des paquets de charges de la moitié gauche du registre d'images doit être commandé en synchronisme avec les mêmes phases d'horloge ϕ_4 , ϕ_5 et ϕ_6 appliquées au registre A/2. Les longueurs relatives du registre A/2 et des registres correspondants B/2 sont commandées en synchronisme pendant le transfert de trames et sont réglés l'un par rapport à l'autre pour les trames d'ordre impair et pour les trames d'ordre pair pour

positionner des paquets de charges dans les rangées correctes des registres B/2 afin d'effectuer la lecture par les registres C respectifs pendant le balayage de trames.

5 Les Figs. 11 (a) et 11 (b) montrent comment un registre d'images à double commande d'horloge en quatre phases peut être agencé pour l'entrelacement de trames dans la direction perpendiculaire au balayage de ligne. Pendant les temps d'intégration d'images t_0 dans les 10 trames impaires et t'_0 dans les trames paires, les deux phases d'horloge ϕ_2 et ϕ_4 sont maintenues au niveau bas pour réduire le collectage de courant d'obscurité dans l'analyseur tandis que les autres phases d'horloge ϕ_0 , ϕ_1 et ϕ_3 sont maintenues à leur potentiel. Ainsi, l'intégration 15 d'images se fait avec les mêmes profils de potentiel dans les canaux de transfert de charges de l'analyseur pour les trames impaires et paires. Dans les trames impaires, à l'instant t_1 , quand l'intégration d'images dans le registre d'images (a) est terminée et que le transfert 20 des échantillons d'images du registre d'images (a) se produit vers le registre de mémoire de trame (b), le potentiel de ϕ_2 est maintenu au niveau haut. Cela fusionne des charges dans les paires de puits de collectage de manière à placer les centres des éléments d'images sous 25 les électrodes de grilles ϕ_2 . Dans les trames paires par contre, à l'instant t'_1 , quand l'intégration d'images est terminée et que le transfert de trames se fait ensuite, ϕ_4 est maintenu au niveau haut. Cela fusionne des charges dans des paires de puits de collectage de manière à placer 30 des centres d'éléments d'image sous des électrodes ϕ_4 . Il en résulte un entrelacement de 2:1 parfait, exempt de scintillement, selon une variante apportée au brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 932 775.

35 Ensuite, pendant les temps de transfert de trames, dans les trames impaires et les trames paires, les phases

d'horloge ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3 et ϕ_4 sont successivement au niveau haut et sont appliquées cycliquement dans l'ordre précité en commençant avec ϕ_2 dans la partie du registre d'images représentée à droite du centre des Figs. 11 (a) et (b) et sont appliquées cycliquement dans l'ordre inverse en commençant par ϕ_4 dans la partie du registre d'images représentée à gauche du centre des Figs 11(a) et 11(b). Une nouvelle caractéristique d'un intérêt particulier est une électrode de grille au centre du registre d'images recevant une phase d'horloge ϕ_0 qui est semblable à ϕ_1 pendant l'intégration de l'image de trames impaires et son transfert suivant à partir du registre d'images et qui est semblable à ϕ_3 pendant l'intégration de l'image de trames paires et son transfert suivant à partir du registre d'images.

Le registre A à double commande d'horloge et quatre phases des Figs. 11(a) et 11(b) peut être utilisé avec un registre B à double commande à quatre phases ou avec un registre B à deux phases. Bien entendu, des modifications peuvent être apportées au registre A à double commande et quatre phases pour qu'il fonctionne comme un registre à deux phases, avec l'électrode de grille ϕ_0 continuant à être commandée différemment dans des trames alternées.

Les analyseurs d'images CCD examinés spécifiquement jusqu'ici dans la description étaient tous du type à transfert de trames. De cette manière, les avantages de l'invention permettent la réduction de la fréquence d'horloge du registre C et s'appliquent également à d'autres types d'analyseurs d'images CCD comme du type à transfert d'interligne.

La Fig. 12 représente un analyseur d'images CCD 110 du type à transfert d'interligne réalisé selon l'invention pour l'adapter à l'utilisation dans l'appareil des Figs. 1 et 5, au lieu de l'analyseur d'images CCD 10 du

type à transfert de trames. Dans sa première moitié 111, l'analyseur d'images 110 comporte un premier registre 113 de transfert d'interligne de demi-trame et une première sortie associée, ou registre C 117; et dans sa

5 seconde moitié 112, l'analyseur 110 comporte un second registre 114 de transfert d'interligne de demi-trame et une seconde sortie associée, ou registre C 118. Le premier registre 113 de transfert de demi-trame consiste

10 en un groupe en parallèle de canaux de transfert de charges en colonnes masquées, de fonction analogue à celle du registre B/2 15 de l'analyseur d'images 11. Le long de chaque canal de transfert de charges se trouve une colonne non masquée de composants photo-sensibles à partir desquels des paquets de charges sont transférés

15 sélectivement à la fin des intervalles d'intégration d'images vers des positions voisines dans le canal de transfert de charges. Pendant le balayage de trames, quand l'intégration de la partie supérieure de l'image reçue par le couplage optique 5 progresse dans les composants photo-sensibles du registre 11 (une optique inverseuse est supposée), pendant des intervalles de balayage de ligne sélectionnées, des paquets de charges sont avancés d'une rangée à la fois par les canaux de transfert de charges du registre 111, une rangée de paquets de charges

20 étant transférée en parallèle hors du registre 111 dans un registre de conversion parallèle-série ou registre C 117. Chaque rangée de paquets de charges ainsi transférée est ensuite lue en série pendant le balayage de ligne suivant dans l'appareil de la Fig. 5 (ou les deux balayages

25 de ligne suivants dans l'appareil de la Fig. 6). L'analyseur d'images 110 comporte également un second registre 112 de transfert d'interligne de demi-trame comprenant un ensemble en parallèle de canaux de transfert de charges en colonnes masquées imbriquées avec des colonnes non masquées

30 de photo-capteurs pour l'intégration de l'autre moitié

35

d'image reçue du couplage optique 5. Pendant des intervalles sélectionnés de retour de ligne dans le balayage de trame, des paquets de charges sont avancés d'une rangée à la fois dans des canaux de transfert de charges du registre 112, une rangée étant chargée en parallèle dans le registre C 118 pour être lue en série pendant le balayage de ligne suivant dans l'appareil de la Fig. 1 (ou les deux balayages de ligne suivants dans l'appareil de la Fig. 5).

Autrement dit, pendant la lecture des paquets de charges, la commande par horloge des canaux de transfert de charges dans les registres de transfert de trames 113 et 115 est analogue à celle des registres B/2 15 et 16 de l'analyseur d'images 110; et la commande par horloge des registres C 117 et 118 est analogue à celle des registres C 17 et 18 de l'analyseur d'images 10. Les signaux de sortie fournis par les registres C 117 et 118 de l'analyseur d'images 10 correspondent essentiellement aux signaux de sortie fournis en série par les registres C 17 et 18 de l'analyseur d'images 10.

La Fig. 13 représente un analyseur d'images CCD 170 du type à transfert d'interligne réalisé selon l'invention pour l'adapter à l'appareil de la Fig. 6 au lieu de l'analyseur d'images CCD 70 du type à transfert de trames. L'analyseur d'images 170 diffère de l'analyseur d'images 110 en ce que des registres C/2 173 et 175 remplacent le registre 117 et en ce que des registres C/2 174 et 176 remplacent le registre C 118. Les registres C/2 173, 174, 175 et 176 de l'analyseur d'images 170 fournissent des signaux de sortie respectivement analogues aux signaux de sortie fournis par les registres C/2 73, 74, 75 et 76 de l'analyseur d'images 70.

Un intérêt particulier des analyseurs d'images CCD à transfert d'interligne 110 et 170 est la manière d'assurer le cloisonnement entre les canaux de transfert

de charges dans le registre 111 et les canaux de transfert de charges dans le registre 112 aligné avec lui. La séparation physique des extrémités en appui des canaux de transfert de charges dans les registres 111 et 112 pourrait être assurée par un arrêt de canal diffusé dans le substrat semi-conducteur dans lequel les canaux de transfert de charges sont induits électrostatiquement. Mais cette séparation physique et l'écart d'alignement géométrique de l'ensemble des photo-capteurs et de l'ensemble des puits de potentiel dans les canaux de transfert de charges auxquels des paquets de charges sont transférés à la fin de l'intégration d'images sont évités en utilisant des procédés de séparation électrique décrits ci-dessus dans la présente description.

Si les canaux de transfert de charges des registres 111 et 112 de transfert d'interligne de demi-trame sont commandés en deux phases par exemple, le transfert aiguillé des paquets de charges provenant des photocapteurs à la fin de l'intégration d'images vers chaque canal de transfert de charges se sépare pour être les puits de potentiel définis à l'instant t_1 dans le canal de transfert de charges de la Fig. 9. La commande des registres 111 et 112 se poursuit aux instants t_2 , t_3 et ainsi de suite. Si les canaux de transfert de charges des registres 111 et 112 sont commandés par horloge à trois phases, des paquets de charges peuvent être transférés à la fin de l'intégration d'images par aiguillage à la fin de l'intégration vers des puits de potentiel dans chaque canal de transfert de charges, leur séparation définie comme l'instant t_0 dans l'une ou l'autre des Figs. 7 et 8.

REVENDICATIONS

1. Dispositif à couplage de charges comportant un ou plusieurs canaux de transfert de charges (13, 14; 75, 76...) avec plusieurs électrodes de grilles successives pour recevoir des tensions de commande par horloge
5 phasées dans chacun de plusieurs intervalles de temps sélectionnés, de transfert de trames, de transfert de ligne, afin de permettre que des paquets de charges se propagent suivant les longueurs des canaux respectifs, dispositif caractérisé en ce que les tensions de commande
10 par horloge appliquées auxdites électrodes de grilles entre une première et une seconde section jointives (11, 12; 75, 76;...) dans chacun desdits un ou plusieurs canaux ont des phases différentes (p.e. ϕ_3 , ϕ_2 , ϕ_1 et ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3) les unes des autres de manière à propager simulta-
15 nément des paquets de charges dans ladite première et ladite seconde sections de chacun des canaux dans des directions opposées à partir d'un point de jonction ou ligne centrale entre lesdites sections et vers les extrémités respectives de chacun des canaux.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans chacun desdits un ou plusieurs canaux (13,...) des paquets de charges sont introduits à chacun des autres intervalles de temps, ou temps d'intégration d'images qui précède ceux respectifs desdits intervalles
25 sélectionnés, à des positions respectives (13, 14...) suivant la longueur et entre les extrémités de chacun desdits canaux de transfert de charges.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite première et ladite seconde sections desdits canaux de transfert de charges sont incluses dans des sections respectives (13, 14...) d'un registre (A,...) et lesdites sections de registre étant séparées par une ligne médiane ou ligne centrale formée auxdits points de jonction
30 entre les sections des canaux respectifs, et pendant les
35

intervalles sélectionnés, des paquets de charges dans la première et la seconde sections de canaux se propagent dans des directions à partir de ladite ligne médiane et vers des extrémités opposées dudit registre.

5 4. Dispositif selon la revendication 3, faisant partie d'un analyseur d'images (10, 30,...) caractérisé en ce que ledit registre (A) est un registre d'images et les canaux de transfert de charges dans des sections de registre respectives (13, 14; 13, 34...) sont irradiés
10 pour produire lesdits paquets de charges par effet photo-électrique.

 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdites électrodes de grilles sont divisées en groupes d'électrodes de grilles
15 successives, chaque électrode de grille dans chaque groupe recevant une phase respective ($\phi_3, \phi_2, \phi_1 \dots \phi_1, \phi_2, \phi_3$) de plusieurs phases de tension d'horloge (ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3) et l'une desdites électrodes de grilles s'étend sur des points respectifs de jonction, à la ligne centrale, entre
20 des sections de certains respectifs desdits canaux, ladite électrode étant commune à deux desdits groupes d'électrodes dont les autres électrodes s'étendent sur ladite première et ladite seconde sections de canal respectivement.

 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé
25 en ce que les électrodes de grilles sont divisées en cycles de trois électrodes de grilles successives, les trois électrodes de grilles de chacun desdits groupes recevant respectivement trois phases de tension d'horloge.

 7. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé
30 en ce que lesdites électrodes de grilles sont divisées en cycles de trois électrodes de grilles successives et les deux électrodes de grilles dans chaque cycle de chaque groupe reçoivent respectivement deux phases de tension de commande par horloge, ladite électrode ayant pratiquement
35 la moitié de la longueur des autres desdites électrodes et

chaque électrode de grilles étant dopée différentiellement suivant sa longueur pour faciliter la circulation des porteurs de charges d'un paquet dans un canal au-dessous, dans une direction opposée au point de jonction de ce canal.

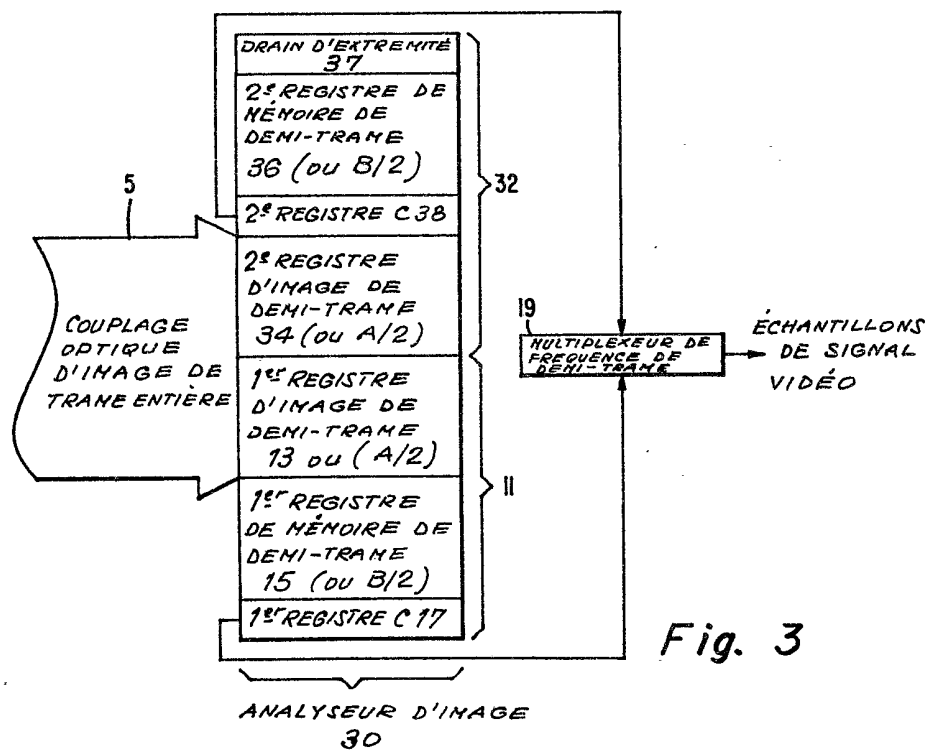
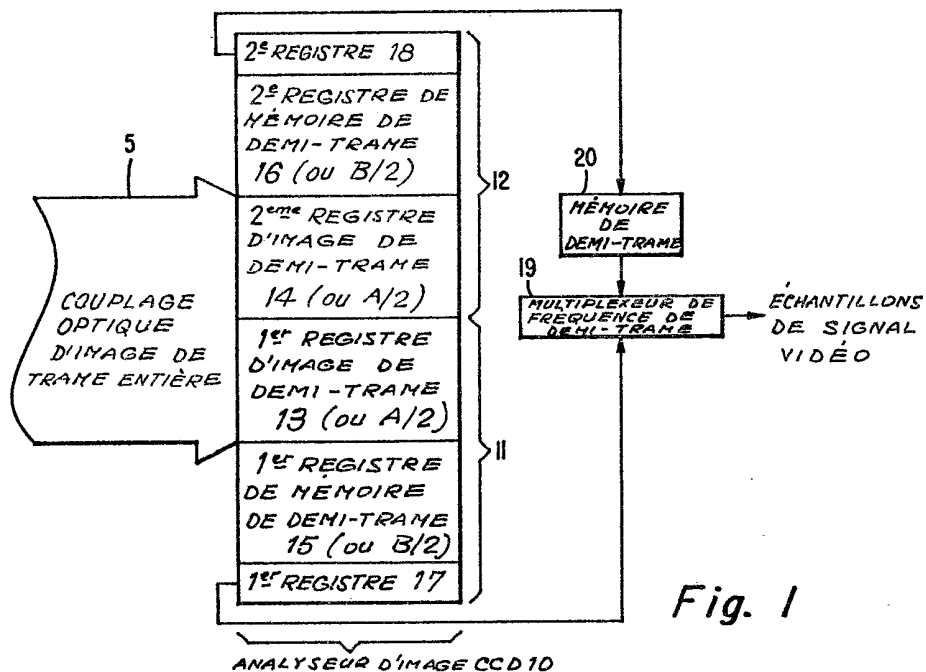
8. dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que lesdites électrodes de grilles sont divisées (Fig. 7) en un premier et un second groupes s'étendant en travers de ladite première et ladite sections de canaux respectivement, lesdites électrodes de grilles dans chacun dudit premier et dudit second groupes étant divisées en cycles d'électrodes de grilles successives, les cycles d'électrodes de grilles dans ledit premier groupe et les cycles des électrodes de grilles dans ledit second groupes qui sont disposés sur les côtés opposés desdits points de jonction recevant des phases respectives desdites plusieurs phases de tensions de commande par horloge et pendant chacun des autres temps, des paquets de charges sont introduits dans certains respectifs desdits canaux sous certaines correspondantes desdites électrodes de grilles ϕ_2 dans des cycles respectifs, ladite électrode de grilles dans ceux desdits cycles qui sont voisins desdits points de jonction ou de ligne centrale étant séparée desdits points de jonction ou ligne centrale par une autre desdites électrodes de grilles ϕ_1 .

9. Analyseur d'images à dispositif à couplage de charge comprenant un dispositif à couplage de charge selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, ledit analyseur d'images étant du type à transfert de trames et comportant par conséquent un premier registre de mémoire de trames (15, 16) dont des canaux reçoivent pendant chacun des intervalles de temps de retour de balayage de trame des paquets de charges qui se sont propagés le long desdits canaux depuis ledit registre d'images et un registre de ligne dans les étages duquel se propagent pendant chacun

des intervalles de temps de retour de balayage de ligne des paquets de charges provenant desdits canaux passant par ledit registre de mémoire de trame et dans les étages duquel des paquets de charges sont commandés par horloge en série pendant chacun desdits intervalles de temps de balayage de ligne respectifs, caractérisé en ce que des parties desdits canaux sortant des extrémités opposées dudit registre d'images sont incluses dans une première et une seconde parties (15, 16...) dudit registre de mémoire de trame et ledit registre de ligne comprenant un premier et un second registres de ligne de sortie associés avec ladite et la dite seconde parties de registre de trame respectivement, des étages dudit premier et dudit second registres de ligne étant couplés avec lesdits canaux de transfert de charges sortant de ladite première et de ladite seconde partie de registre de trame respectivement, et dans lequel pendant chacun desdits intervalles de temps de retour de balayage de trame, ladite première et ladite seconde parties de registre de trame sont chargées en parallèle avec des rangées successives de paquets de charges qui se sont propagés par les canaux de transfert de charge sortant en parallèle des extrémités opposées dudit registre d'images, pendant chacun desdits intervalles de temps de retour de balayage de ligne, des étages dudit premier et dudit second registres de ligne sont chargés en parallèle avec des paquets de charges sortant des canaux de transfert de charges aux extrémités de ladite première et ladite seconde partie de registre de mémoire et pendant des intervalles de temps de balayage de ligne, ledit premier et ledit second registres de sortie de ligne sont commandés par horloge pour délivrer des échantillons de sortie apparaissant en série représentant les paquets de charges délivrés par les étages desdits registres de ligne, ledit analyseur comportant en outre un convertisseur de balayage

qui convertit des échantillons de sortie apparaissant en série délivrés par les registres de ligne de sortie respectifs dans ledit analyseur à couplage de charges en un seul courant d'échantillons de sortie dans l'ordre normal de balayage en trame.

1/13



2113

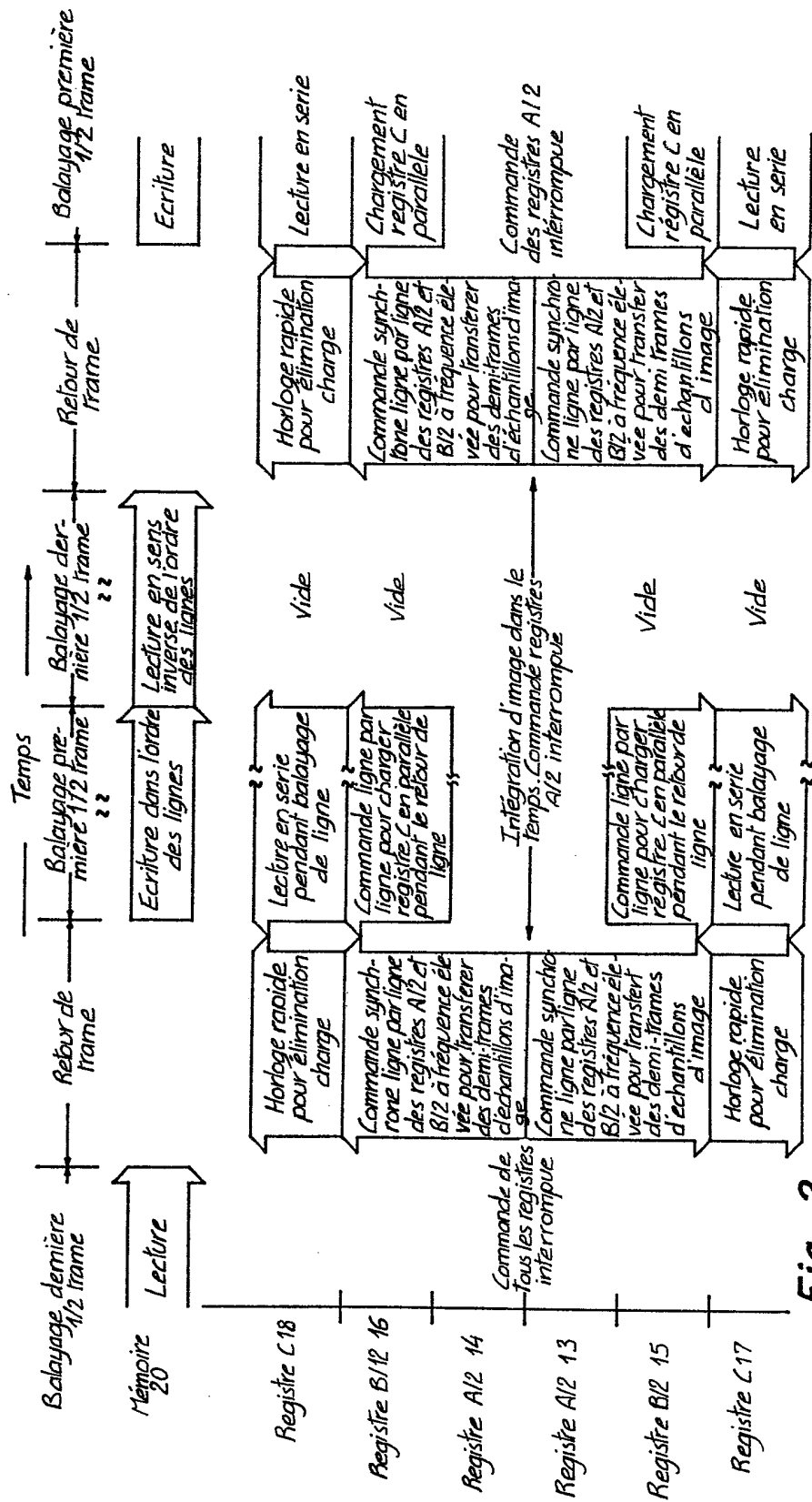


Fig. 2

3/13

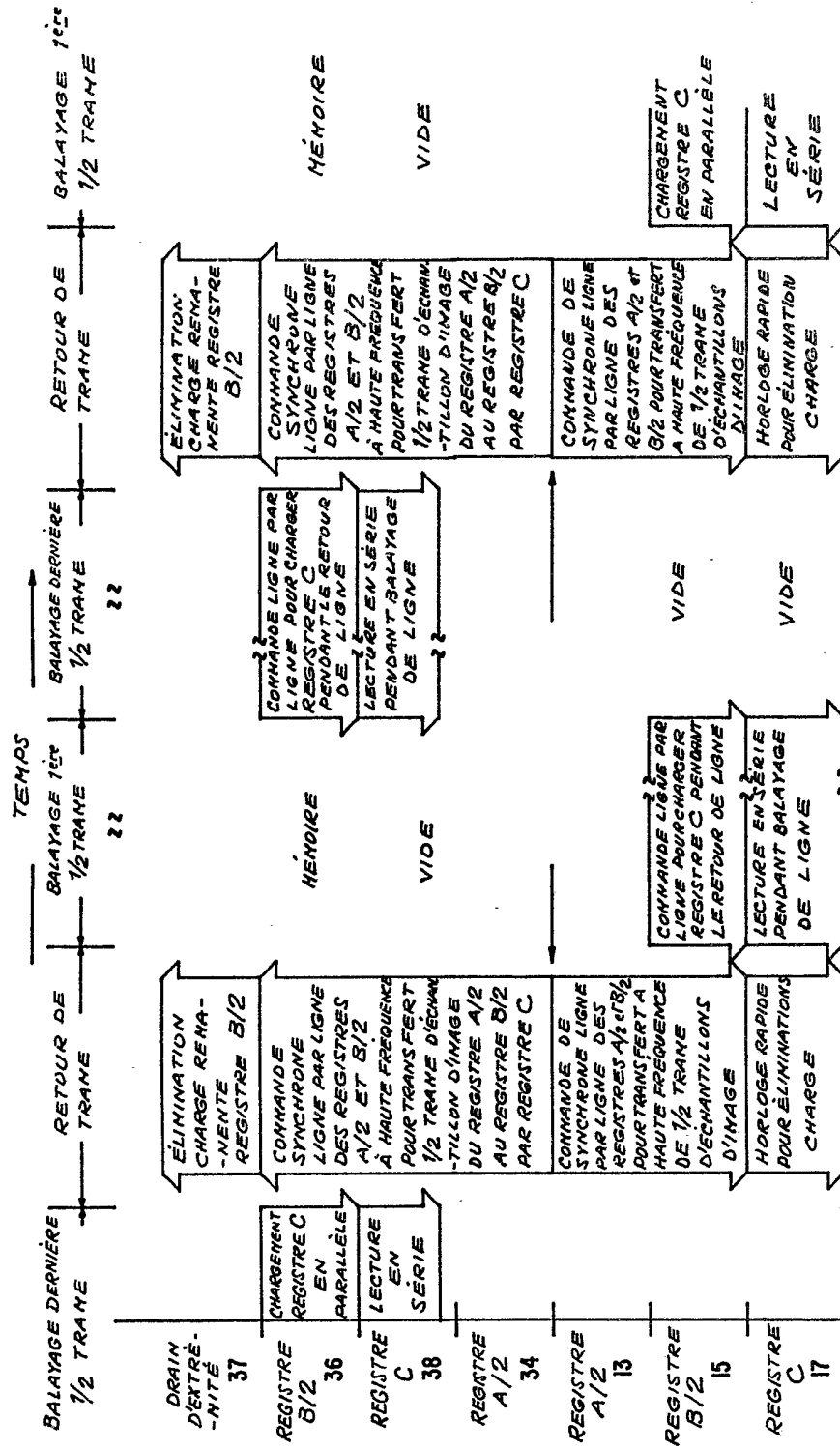


Fig. 4

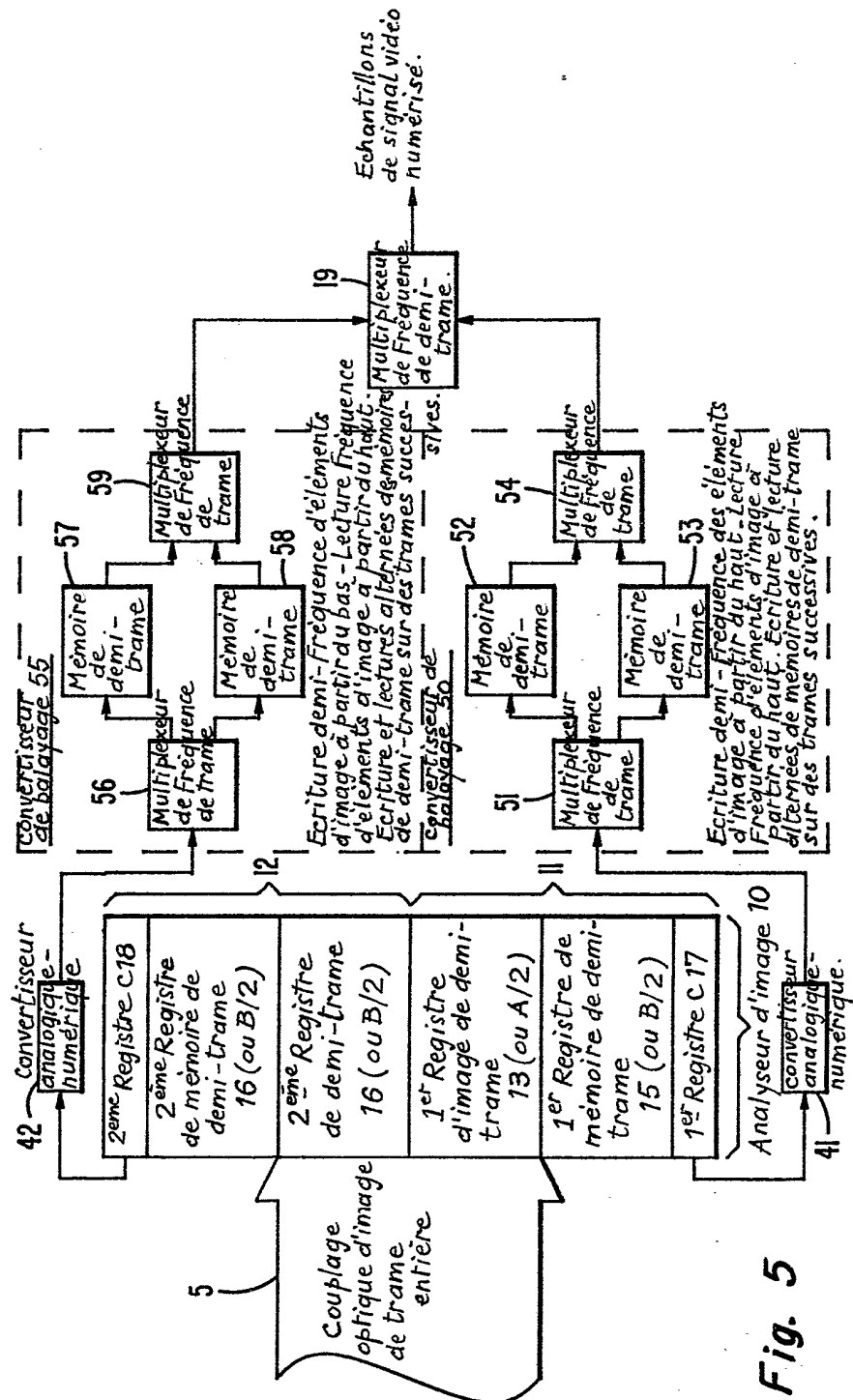


Fig. 5

5/13

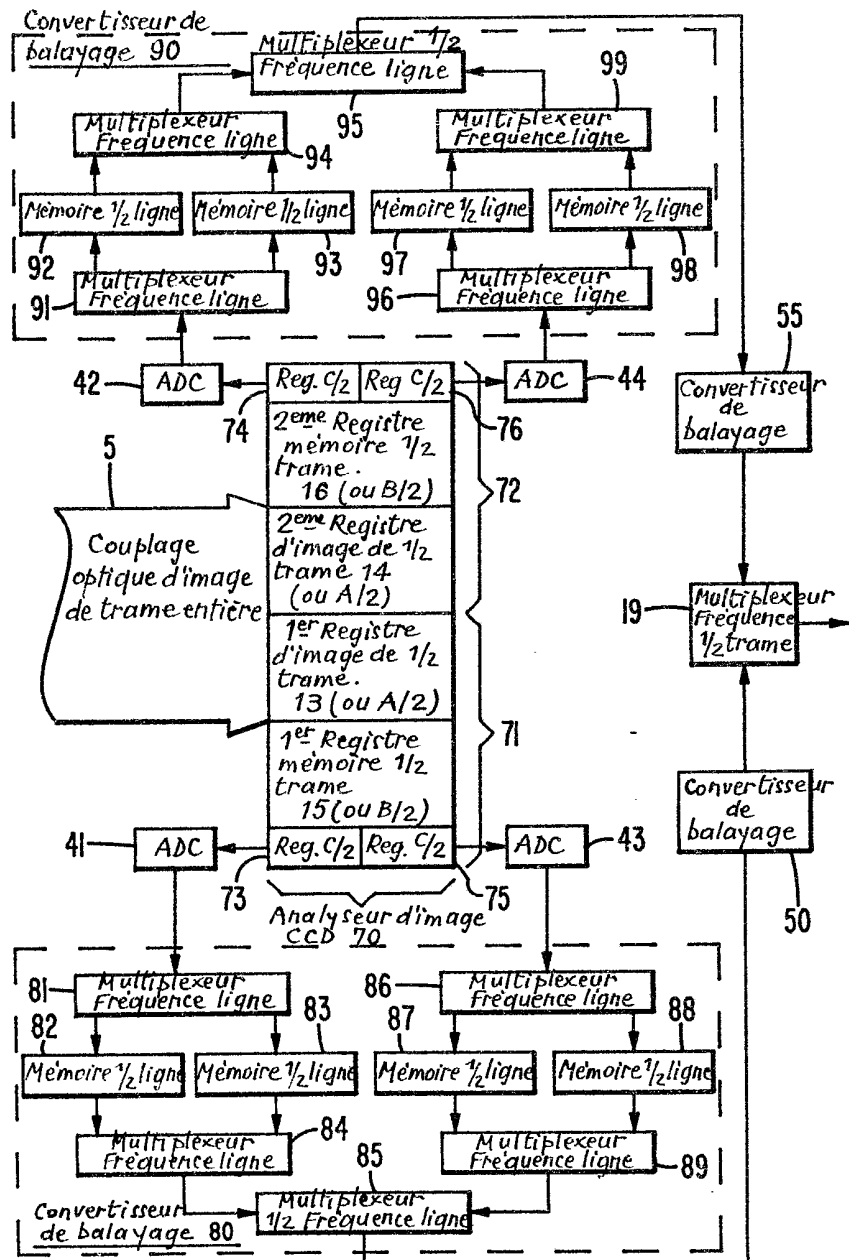


Fig. 6

6/13

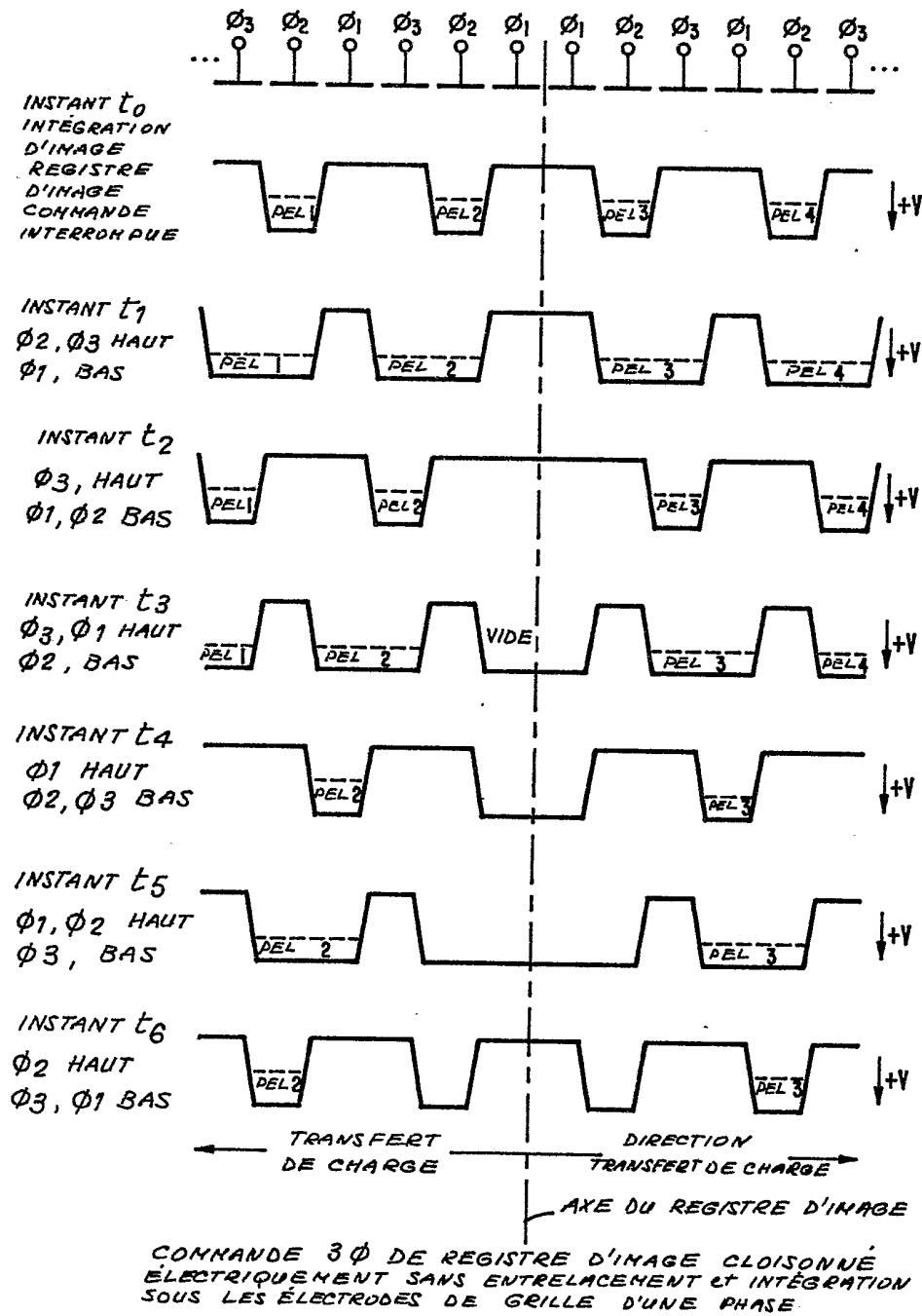


Fig. 7

7/13

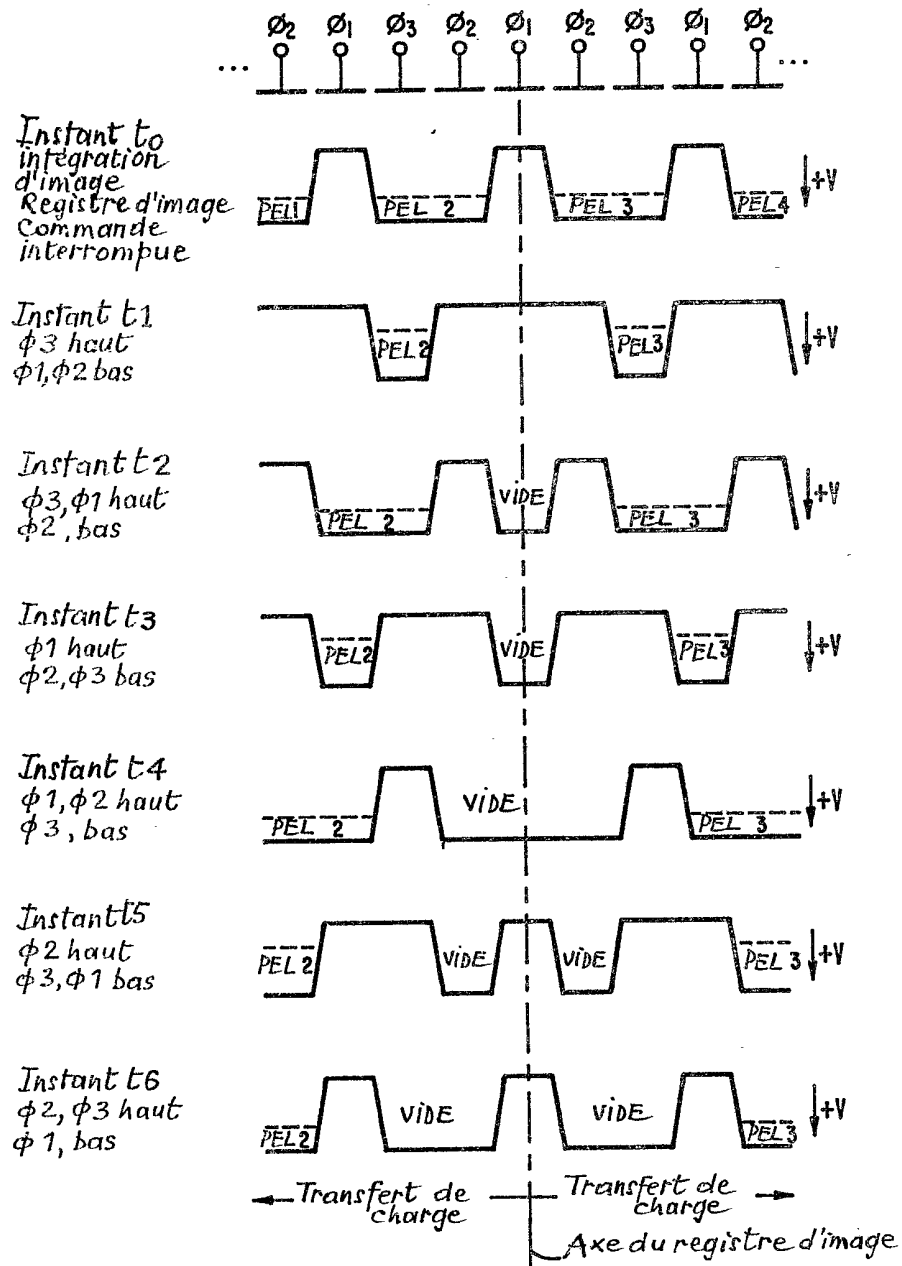


Fig. 8

Commande 3 ϕ de registre d'image cloisonné électriquement sans entrelacement et intégration sous les électrodes de grille d'une phase.

8/13

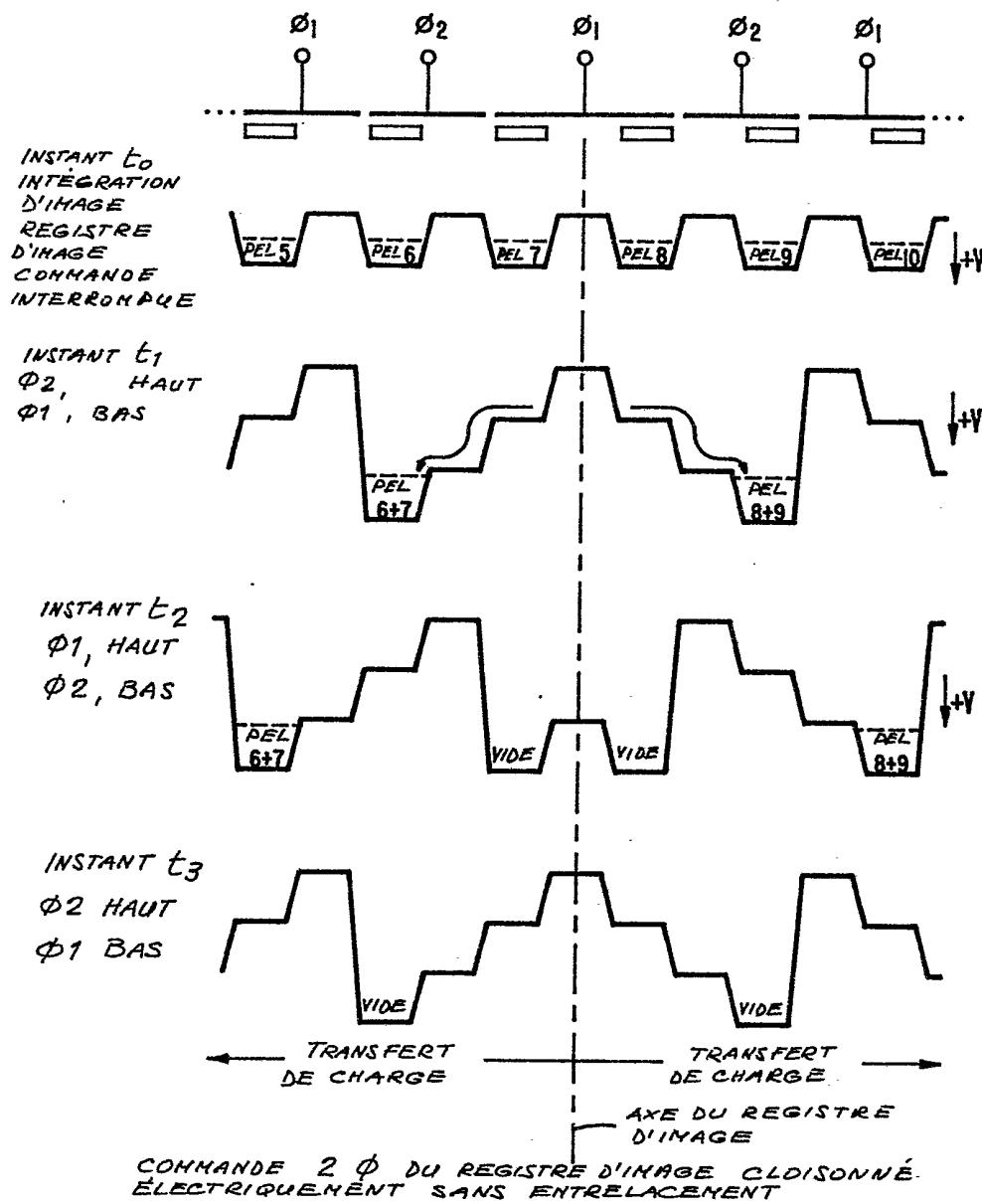
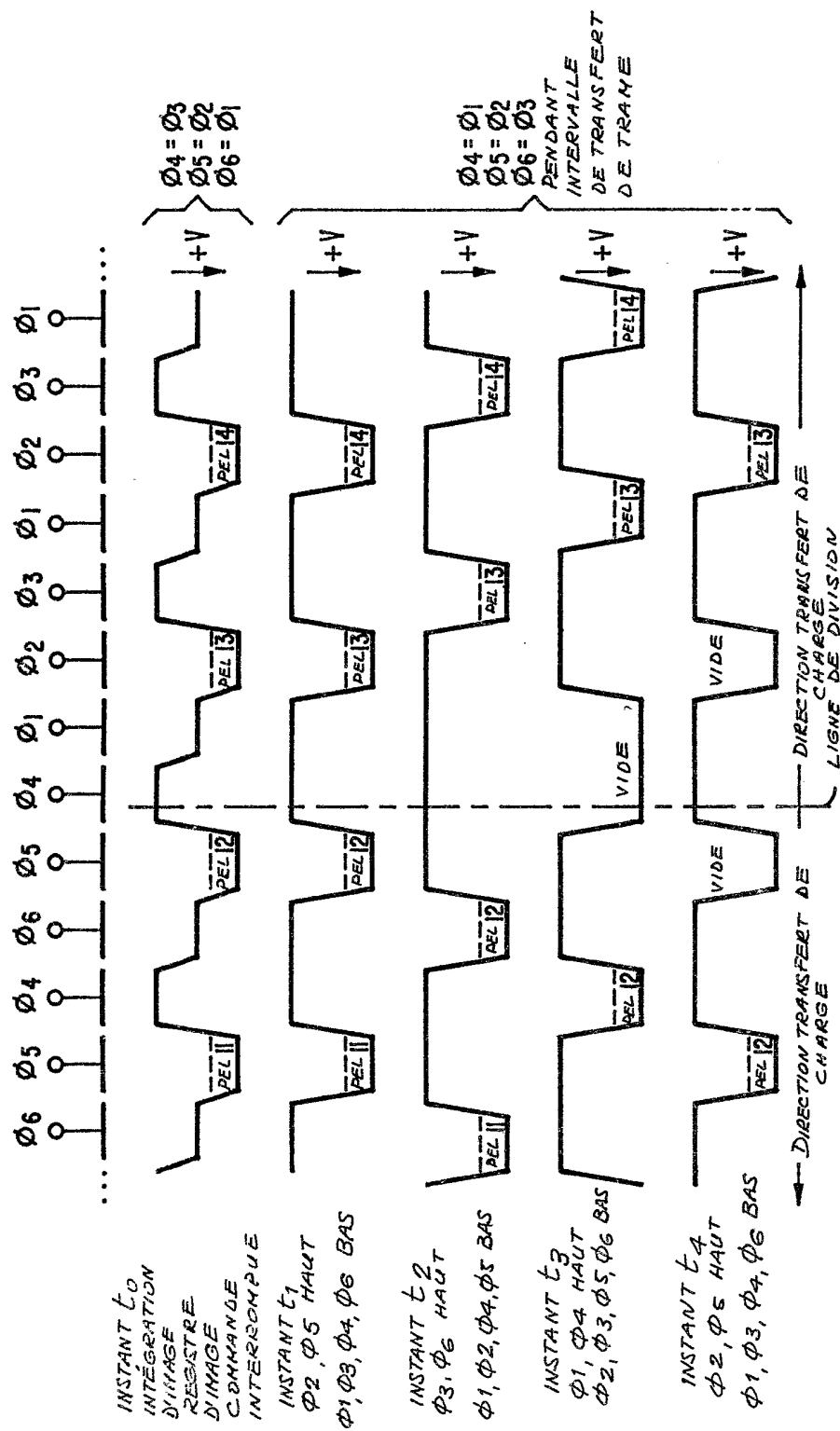


Fig. 9

9/13

Fig. 10(a) COMMANDE DE TRAME IMPAIRE DE REGISTRE D'IMAGE 3 ϕ



11/13

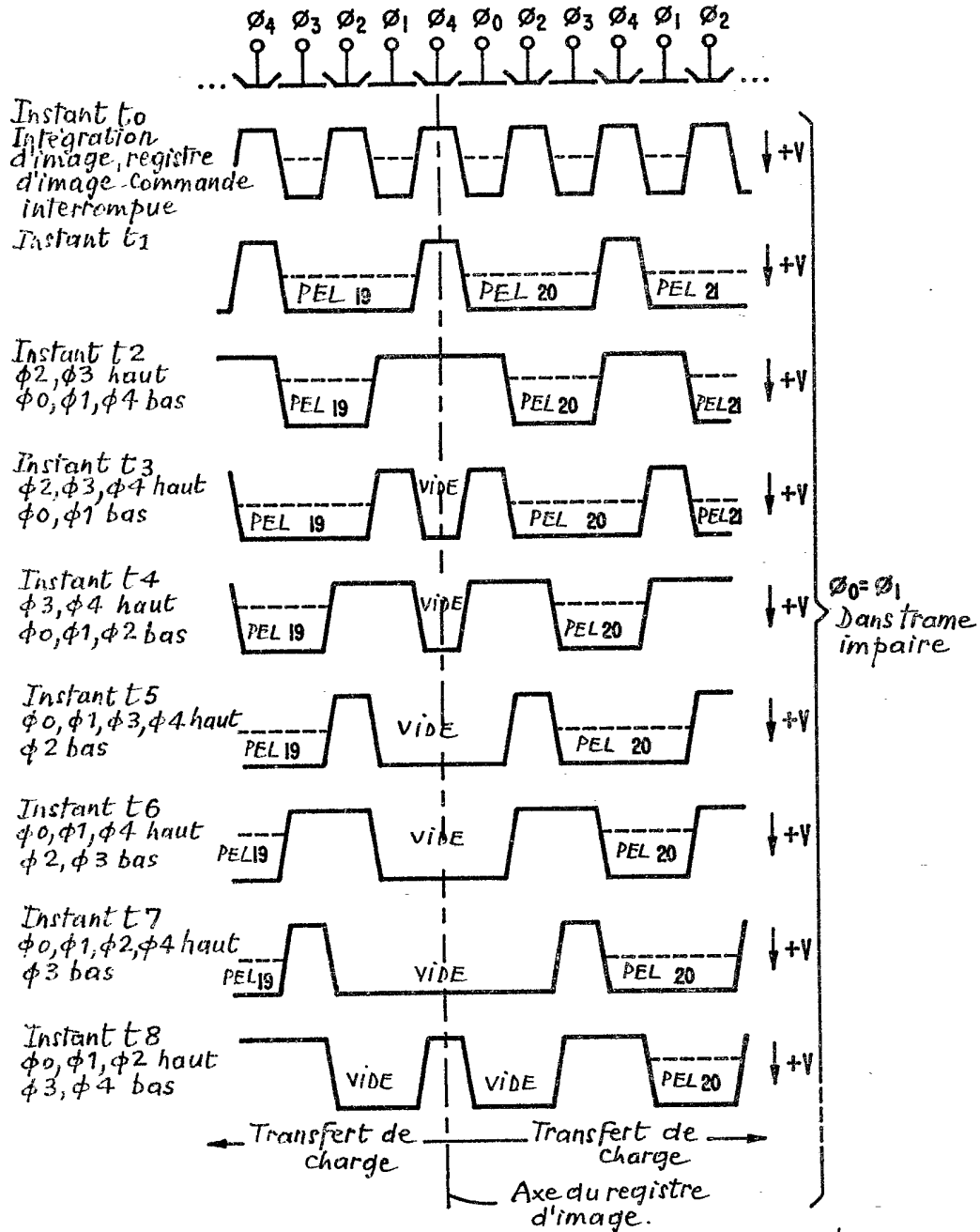
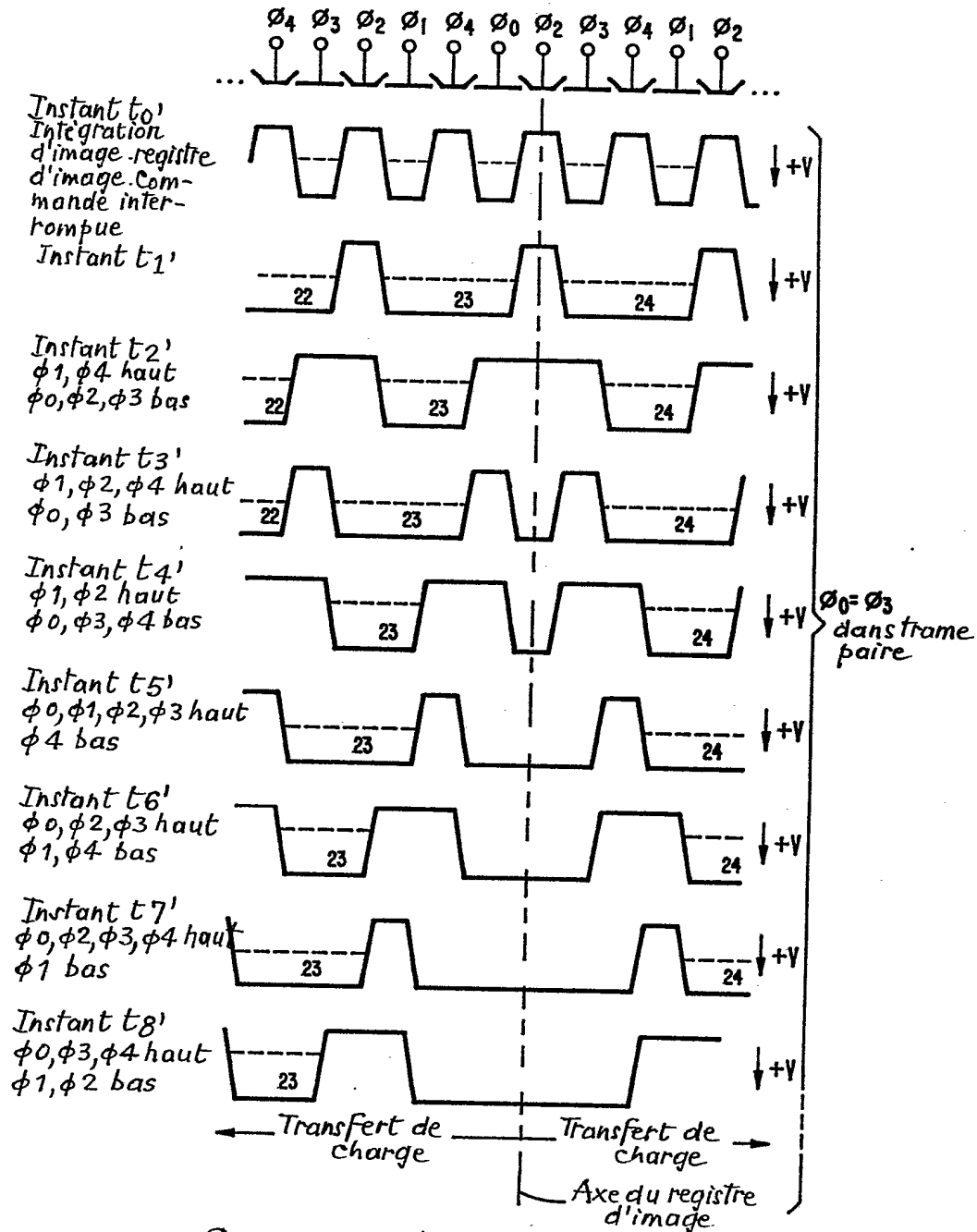
Commande de trame impaire de registre d'image 4 ϕ

Fig. 11(a)

12/13



Commande de trame paire de registre d'image 4 ϕ
 Fig. 11(b)

13/13

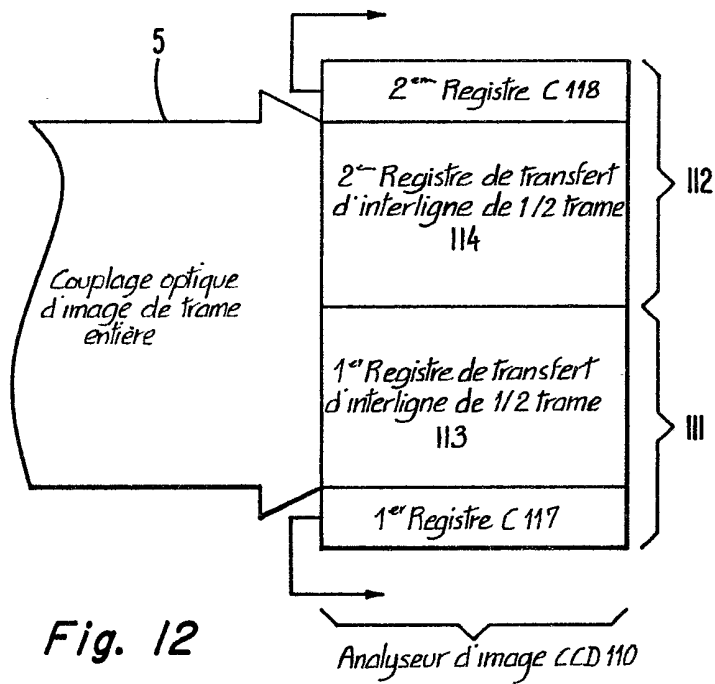


Fig. 12

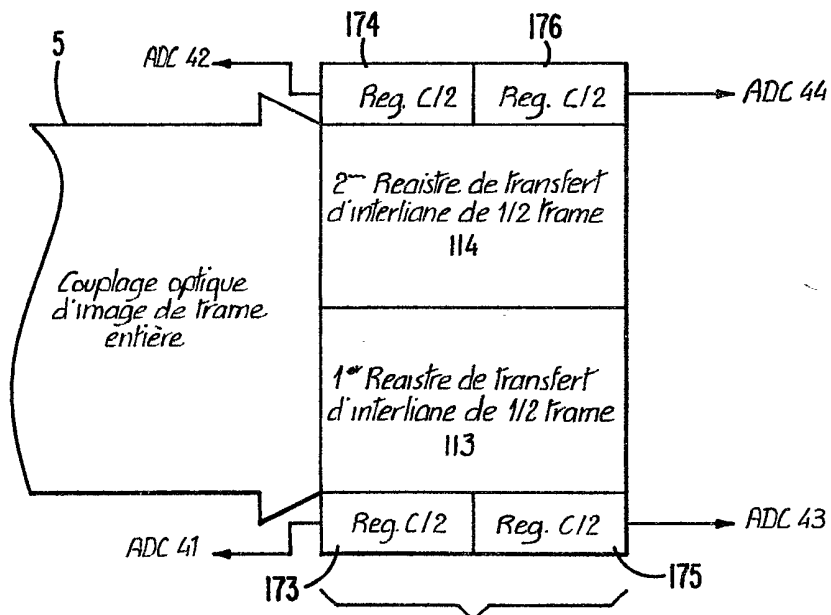


Fig. 13