

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 514 977

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 19669

(54) Dispositif optoélectrique de détection d'images en infrarouge.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 04 N 5/33.

(22) Date de dépôt..... 20 octobre 1981.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 16 du 22-4-1983.

(71) Déposant : Société dite : THOMSON-CSF. — FR.

(72) Invention de : Jean-Louis Beck, Jean-François Le Bars et Christian Pépin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Philippe Guiguet, Thomson-CSF, (SCPI),
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 8.

DISPOSITIF OPTOELECTRIQUE DE DETECTION
D'IMAGES EN INFRAROUGE

La présente invention concerne des dispositifs optoélectriques détecteurs d'images vidéo en rayonnement infrarouge (IR en abrégé) dans lequel le détecteur IR proprement dit, constitué par un ou plusieurs éléments détecteurs photoélectriques (barette, mosaïque),
5 est refroidi et supporté par un dispositif de refroidissement. Le détecteur IR, adapté à la bande spectrale d'exploitation prévue, est positionné au foyer d'une optique réceptrice. Selon certaines réalisations dynamiques, la partie optique comporte, en outre, des moyens optomécaniques de déflection pour produire un balayage
10 d'image sur une barette détectrice.

Les dispositifs actuels à imagerie infrarouge ou collecteurs de flux sont constitués pour la plupart de matériaux dont les propriétés physiques et optiques sont fortement fonction de la température. Les dispersions d'indices et les coefficients de dilatation élevés des
15 matériaux utilisés engendrent une détérioration rapide de la qualité de l'image lorsque la température varie.

Une solution généralement utilisée pour réduire les fluctuations thermiques induites sur le plan de mise au point, consiste en un choix approprié des épaisseurs et des coefficients de dilatation des matériaux des montures supportant les divers éléments optiques. Cette solution, très empirique, ne permet de compenser que de manière limitée les variations thermiques.
20

La présente invention a pour but de remédier à ces difficultés en équipant le dispositif détecteur d'un moyen de mise au point automatique, de façon à maintenir la surface photosensible de détection dans le plan focal où se forme l'image de la scène observée.
25

Pour ce faire, l'invention exploite un phénomène, habituellement considéré comme parasite et qui est appelé effet Narcisse.

L'effet Narcisse résulte, dans tous les dispositifs optiques à détecteur refroidi, de la vision, par le détecteur lui-même, d'images parasites de la surface froide le supportant. Le signal froid issu du détecteur se substitue ainsi à une partie du fond continu ambiant.

5 Lorsque l'image du détecteur se forme dans son voisinage propre, l'effet Narcisse correspond à un minimum de signal pour une superposition exacte des deux plans objet et image. On peut trouver une description de l'effet Narcisse notamment dans le livre intitulé "Thermal Imaging Systems" de J.M. LOYDS, 2ème édition mars

10 1979, édité par Plenum Press - New York and London, aux pages 275-277, paragraphe 6.13 Cold Reflections.

Suivant une caractéristique de l'invention, le dispositif opto-électrique de détection d'images IR comporte un dispositif de mise au point automatique groupant, des moyens d'obturation interposés sur le trajet optique incident, pour renvoyer à travers l'objectif le rayonnement infrarouge émis par le détecteur, des moyens de déplacement commandant le déplacement relatif de l'objectif optique par rapport au dispositif détecteur par translation le long de l'axe optique dans une plage de mise au point prédéterminée, et des moyens d'analyse et de traitement analysant le signal détecté en conjonction avec le positionnement relatif pour déterminer et reproduire la position de réglage correspondant à la valeur minimale du signal détecté c'est à dire à la mise au point.

Les particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description qui suit, non limitative, se rapportant à plusieurs modes de réalisation, et à l'aide des figures annexées qui représentent :

Fig. 1, un diagramme général d'un dispositif optoélectrique de détection d'images vidéo en infrarouge conforme à l'invention ;

30 Fig. 2, un diagramme d'un mode de réalisation des moyens de mise au point automatique équipant le dispositif selon la figure 1 ;

Fig. 3, un schéma partiel d'une variante de réalisation relative à une version dynamique c'est à dire avec balayage opto-mécanique d'image ;

Fig. 4, une forme d'onde relative au dispositif de détection selon la figure 3.

Suivant le diagramme Fig. 1, le dispositif détecteur d'images IR comporte un objectif optique 1 d'axe Z pour focaliser le rayonnement IR incident. Le montage détecteur 2 se compose du détecteur proprement dit 3 et de l'appareil de refroidissement 4. Le détecteur 3 peut consister, dans la version statique représentée, en une mosaïque d'éléments photodétecteurs dont la surface photo-réceptrice est positionnée dans le plan focal où se forme l'image de la scène observée. L'appareil de refroidissement 4, du type Dewar par exemple, comporte une structure interne qui contient le mode de refroidissement, de l'azote liquide généralement, et qui supporte le détecteur 3. Une structure externe est munie d'une fenêtre qui assure à la fois la transmission lumineuse vers le détecteur 3 et l'étanchéité. Un vide est opéré entre les deux structures. Chaque signal détecté est amplifié dans un étage préamplificateur symbolisé par 5 avant exploitation dans des circuits annexes 6.

Le dispositif détecteur d'images IR est aménagé, conformément à l'invention avec un dispositif de mise au point automatique 7 qui peut être décomposé comme indiqué dans ce qui suit.

Un dispositif d'obturation et de renvoi 8 obture la pupille d'entrée et permet de renvoyer selon le même trajet le rayonnement IR qu'il reçoit du détecteur 3 à travers l'objectif 1. Le dispositif 8 peut être constitué par un miroir plan 9 pivotant pour être placé soit, dans la position repos dessinée en traits pleins où il se trouve placé hors du champ de détection, ce qui correspond à la phase de fonctionnement normal du dispositif de détection d'images, soit dans une position travail dessinée en pointillé où il intercepte la totalité du flux lumineux incident. Le miroir plan 9 est disposé en amont de l'optique focalisatrice 1, orthogonal à l'axe optique Z et avec sa face orientée vers l'optique 1 pour renvoyer à travers celle-ci et selon le même chemin inversé le rayonnement IR émis par le détecteur étant donné que, dans ces conditions, celui-ci coïncide avec son image à travers l'ensemble 1 et 9. Le bloc 10 représente le dispositif électro-

mécanique de commande du miroir 9 pour le faire passer de la position repos à la position travail chaque fois que l'on veut effectuer ou vérifier la mise au point. Ce dispositif 10 est lui-même commandé à partir d'un circuit général de commande 11 par un signal S1. Le dispositif de commande 10 peut consister par exemple en un électo-aimant qui, sous réception de S1, va commander le déplacement du miroir. Ce déplacement peut être produit par rotation comme représenté, ou par translation, et il existe de nombreuses solutions possibles pour produire le résultat cherché par l'ensemble 8.

Des moyens de déplacement 12 permettent de produire le déplacement relatif de l'optique 1 par rapport au détecteur 3 par une translation d'un de ces éléments le long de l'axe optique Z. Par exemple, l'ensemble détecteur 2 peut être rendu mobile par l'intermédiaire d'un organe support 14 en sorte de déplacer le détecteur 3 le long de l'axe optique dans la plage de mise au point désirée. La liaison SR correspond à l'information de recopie du déplacement linéaire selon l'axe Z. Des signaux SB1 et SB2 sont produits lorsqu'on parvient en butée dans la plage de mise au point ; ces signaux sont transmis au circuit de commande 11 lequel commande le déplacement par la liaison BUS1 vers le circuit 12.

Des moyens d'analyse et de traitement 13 reçoivent le signal détecté S0 après amplification dans un circuit préamplificateur 5, ainsi qu'une information de positionnement relatif correspondant au signal BUS1. Ces moyens permettent de stocker les valeurs successives du signal détecté dans la plage ΔL de mise au point, puis d'analyser ces valeurs pour rechercher la valeur minimale et l'adresse correspondante qui est transmise par la liaison BUS2 au circuit de commande 11. A cet effet, le circuit 13 comporte principalement une mémoire 26 du type à accès aléatoire dite RAM et un circuit d'analyse 31.

Le fonctionnement de ces circuits est donné dans ce qui suit à l'aide de la Fig. 2 où les éléments principaux indiqués sur la Fig. 1 sont détaillés et complétés, en particulier par des moyens de conversion analogique-numérique ou l'inverse.

Le circuit de commande 11 est un séquenceur muni d'une horloge interne lui permettant de produire les différents signaux de commande. La mise en fonctionnement de ce séquenceur est déclenchée par une commande extérieure SE appliquée sur une entrée de 5 déclenchement.

Le dispositif de détection 2 est placé sur un support 14 mobile suivant l'axe optique Z. Le support 14 peut être translaté suivant cet axe Z sur un socle fixe de référence 15 muni de deux butées 16 et 17 délimitant la plage de translation correspondant à la plage de mise au point pré-déterminée ΔL . Le mouvement de translation est transmis au support 14 par un arbre mécanique 18 couplé à un moteur 19 lequel reçoit pour cela à l'entrée, un signal amplifié par un amplificateur de puissance analogique 20. Ce signal ayant été préalablement converti en signal analogique par un convertisseur numérique-analogique 21. Pour commander le moteur 19 le circuit 11 qui sera appelé séquenceur dans la suite et qui peut être constitué à partir d'un circuit d'horloge et d'un microprocesseur, délivre des informations sous forme de mots binaires de n bits. Les n bits sont envoyés en parallèle par la ligne BUS1 à un soustracteur 22 et représentent 2^n positions du support 14, la plage ΔL étant ainsi divisée en 2^n portions. Le soustracteur 22 reçoit d'autre part le signal de recopie SR sous forme binaire de n bits en sortie d'un convertisseur analogique-numérique 23. L'entrée analogique de ce convertisseur 23 est reliée au curseur d'un potentiomètre 24, le curseur étant relié mécaniquement au support 14. La valeur binaire de recopie est soustraite dans le soustracteur 22 de la valeur de positionnement envoyée par le séquenceur 11. Le résultat obtenu sur n bits est converti en signal analogique par le convertisseur 21 pour être transmis à l'amplificateur 20 qui alimente le servo-moteur 19 par un signal proportionnel au signal appliqué à son entrée tant que le résultat de l'opération issu du soustracteur 22 n'est pas nul, réalisant ainsi une boucle d'asservissement de position du support 14. Lorsque le résultat de soustraction est nul, un comparateur numérique à zéro 25 relié à la sortie du soustracteur 22 bascule et

envoie un signal numérique S3 correspondant au séquenceur 11 ainsi qu'à une mémoire vive 26 appartenant aux moyens d'analyse et de traitement 13. Le changement d'état du signal S3 indique au séquenceur de modifier le signal BUS1 pour passer à la valeur de positionnement suivante pour le support 14. Ce signal S3 permet également à la mémoire 26 de stocker à une adresse donnée par les 5 n bits du signal BUS1, la valeur du signal détecté S0 par le détecteur 3 à cet instant. Ce signal S0 est convertit au préalable dans un convertisseur analogique-numérique 27 qui le transmet sur n bits à la mémoire 26. La sortie de la mémoire 26 est reliée dans la partie analyse 31 à un comparateur 28 qui reçoit les données stockées en mémoire et les compare deux à deux successivement. La 10 valeur la plus faible est stockée chaque fois dans un registre 29 tandis que son adresse est stockée dans un registre 30. Chaque fois que la valeur en sortie de la mémoire 26 est supérieure à celle qui 15 est stockée dans le registre 29 le comparateur 28 ne bascule pas et le séquenceur 1 passe à l'adresse de position suivante du détecteur. Lorsque la valeur en sortie de la mémoire 26 est inférieure à celle qui 20 est stockée auparavant dans le registre 29, le comparateur bascule et donne l'ordre de charger les registres 29 et 30 en envoyant un signal de chargement S4 à ces registres. Lorsque le comparateur a terminé les comparaisons des données stockées dans 25 la mémoire, la valeur minimum se trouve dans le registre 29 et son adresse se trouve dans le registre 30. Ces deux registres sont, par exemple, deux registres à entrées parallèles et sorties parallèles.

Les sorties du registre 30 sont reliées au séquenceur par une ligne omnibus BUS2 donnant l'adresse du minimum recherché au séquenceur 11, lequel transmet cette adresse sur la ligne BUS1 au soustracteur 22. Lorsque la boucle d'asservissement constituée par 30 les moyens de déplacement 12 est stabilisée le support 14 est positionné à l'endroit désiré.

Lorsqu'on interpose pour faire la mise au point le miroir 9 sur le trajet optique de manière à ce qu'il occulte entièrement le champ rayonné, une partie du rayonnement IR émis par le détecteur 3 lui-

même traverse l'objectif 1 et est réfléchi par le miroir 9 et revient sur le détecteur 3 lorsque le dispositif est mis au point ou bien se situe dans la plage ΔL . Pour mettre au point on déplace le support 14 dans cette plage le long de l'axe optique Z de façon à ce que les 5 rayons réfléchis se localisent sur le détecteur 3. Lorsque le détecteur voit sa propre image, le phénomène produit est appelé effet Narcisse. Etant donné que le détecteur est un corps froid, le signal de sortie S0 a une amplitude faible comparativement au signal obtenu par rayonnement d'un corps à température ambiante et ce 10 signal atteint un minimum lorsque le dispositif est mis au point. Au début de l'opération de mise au point, les n bits du premier mot de la ligne BUS 1 sont tous à 0. Le détecteur 3 placé sur le support 14 est déplacé et vient en butée sur la butée 16 correspondant en un positionnement du foyer en un point F1. Un signal SB1 envoyé par le 15 dispositif de butée 16 permet au séquenceur 11 de démarrer la séquence d'exploration. Cette séquence débute par l'envoi du signal S1 pour positionner le miroir 9 sur le trajet optique. Puis le séquenceur envoie une deuxième valeur numérique où, seul le bit de plus faible poids est à 1. La boucle d'asservissement de position agit 20 de façon à placer le détecteur à une distance $\Delta F/2^n$ de F1. Le comparateur 25 change d'état et provoque l'écriture dans la mémoire 26 de la première valeur numérique correspondant au signal détecté à l'adresse indiquée par cette première position. Ce changement d'état provoque également une incrémentation de la 25 valeur numérique envoyée par le séquenceur. Lorsque le support 14 a atteint la butée opposée 17, le foyer est en un point F2 sur l'axe, F1-F2 représentant la plage ΔL de réglage. Les n derniers bits transmis par la ligne BUS1 sont alors tous à 1 et la mémoire 26 contient les 2^n valeurs numériques des signaux détectés lors de la 30 translation du support 14. Le dispositif de butée 17 envoie un signal SB2 au séquenceur 11 qui signifie la fin de la séquence d'exploration et le séquenceur commande alors la séquence suivante, d'analyse par lecture en mémoire 26 par incrémentation successive de la valeur numérique transmise sur la ligne BUS1. Le séquenceur 11 reçoit à la

fin de cette séquence d'analyse la position de détection minimale donnée par l'adresse stockée dans le registre 30 en envoyant un signal de prélèvement S2 et il retransmet ensuite par la liaison BUS1 cette position de mise au point au support 14 via la boucle 5 d'asservissement.

Le dispositif selon la Fig. 1 ou la Fig. 2 est du type statique. La Fig. 3 représente sous forme d'un schéma partiel une version dynamique c'est à dire dotée de moyens de balayage optomécanique 41 pour déplacer l'image du champ observé devant une 10 barette détectrice. Dans cette version, le signal S0 détecté n'est plus continu mais présente une modulation. Le balayage peut être obtenu de façon simple grâce à un miroir plan 41 que l'on fait pivoter autour d'un axe de son plan. Comme représenté le miroir peut être incliné à 45° sur l'axe Z de l'optique focalisatrice 1 et être 15 déplacé angulairement autour de cette position médiane, l'axe de rotation étant perpendiculaire au plan de figure.

Il y a lieu de noter que suivant ce mode de réalisation, le miroir de balayage 41 et le miroir 9 d'obturation et de renvoi peuvent être constitués par le même élément, le circuit de commande 10 précité commande le passage de la position médiane à 45° en fonctionnement normal, à la position perpendiculaire à l'axe Z lorsque l'on veut faire la mise au point. Il y a lieu de considérer que les liaisons entre détecteur 3 et préamplificateurs sont capacitatives, comme symbolisé par l'élément 32, pour transmettre la modulation résultant du balayage au lieu d'un fond continu dans le cas d'un montage statique. En conséquence, le circuit 10 est conçu pour maintenir le miroir en état oscillatoire lorsqu'il est placé dans la 20 position de réglage et le signal S0 destiné aux moyens d'analyse doit être traité préalablement dans un circuit de détection crête 42 pour 25 prélever la valeur minimale. Ce circuit 42 est connecté entre la sortie du préamplificateur 5 et l'entrée du convertisseur analogique-numérique 27. Il comprend, une diode 43 dont la cathode est reliée au préamplificateur 5 et dont l'anode est reliée à une électrode d'un condensateur 44, l'autre électrode étant reliée à la masse. Un 30

interrupteur 45 commandé par le séquenceur 11 permet de décharger le condensateur en le court-circuitant pour réinitialiser l'information contenue dans ce condensateur 44 après chaque balayage. Cette information minimale S0m est transmise au circuit 27 du dispositif de mise au point. Le séquenceur 11 synchronise le balayage avec l'écriture des informations en mémoire et en sorte que chaque déplacement élémentaire $\Delta L/2^n$ durant la phase d'exploration correspond à au moins une durée de balayage.

La Fig. 4 représente le signal S0 en sortie du préamplificateur 5. Il est reproduit périodiquement à chaque oscillation du miroir. La valeur minimale enregistrée en 44 correspond au moment où le miroir 41 (Fig. 3) passe par la position perpendiculaire à l'axe optique Z. A cet instant t_0 le miroir ne réfléchit plus que le rayonnement émis par le détecteur 3 à travers l'optique 1. Le niveau du signal est minimal, c'est ce niveau qui est pris en compte par le circuit discriminateur 42.

Comme représenté sur la Fig. 3, l'optique réceptrice peut comporter d'autre éléments que l'objectif 1 et le miroir 41. Dans une utilisation du type autodirecteur ces éléments complémentaires peuvent être constitués par une optique Cassegrain 40 qui fournit un rayonnement parallèle vers le miroir non soumis à des fluctuations thermiques critiques.

Dans ce qui précède, il est entendu que la liaison entre le détecteur 3 et l'exploitation 6 regroupe les différentes sorties de détection. Pour le dispositif de mise au point automatique 7, une seule sortie de détection est nécessaire étant donné que l'effet Narcisse est produit simultanément sur tous les éléments détecteurs. Si par exemple, le détecteur est une barrette, la liaison S0 vers la mise au point correspond à l'une des sorties du détecteur au choix, celle de l'élément central ou non.

A noter également que l'optique réceptrice et notamment, l'objectif de focalisation 1 est généralement constitué de plusieurs dioptres et que le déplacement relatif objectif-détecteur peut se faire en déplaçant l'objectif 1 ou l'un de ses dioptres, le détecteur 2 étant fixe.

2514977

10

Le dispositif de détection décrit présente ainsi de nombreuses variantes de réalisation qui sont conformes aux caractéristiques exposées et incluses dans l'invention.

RE VENDICATIONS

1. Dispositif optoélectrique de détection d'images en infrarouge dans lequel une optique de réception du rayonnement infrarouge comporte un objectif de focalisation (1) pour focaliser ce rayonnement sur un détecteur (3) refroidi (4), caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mise au point automatique (7) pour maintenir la surface photodéTECTrice du détecteur dans le plan focal, ces moyens étant constitués par : des moyens d'obturation et de renvoi (8) pour obturer l'objectif de focalisation, en amont de celui-ci, durant chaque phase de réglage et renvoyer le rayonnement émis par le détecteur à travers cet objectif ; des moyens de déplacement (12) pour déplacer relativement de l'objectif par rapport au dispositif détecteur (2) par translation de l'un d'eux le long de l'axe optique (Z) de l'objectif dans une plage de mise au point prédéterminée ; des moyens d'analyse (13) analysant le signal détecté en conjonction avec l'information de positionnement relatif pour déterminer la position de réglage qui correspond à la valeur minimale du signal détecté pour reproduire ce positionnement à l'aide des moyens de déplacement ; et des moyens de commande (11) élaborant des signaux de commande des dits moyens d'obturation, de déplacement et d'analyse et recevant l'information de position de réglage.
2. Dispositif optoélectrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'obturation et de renvoi comprennent un miroir (9) et un dispositif de commande électromécanique (10), les moyens de commande élaborant un premier signal de commande (S1) appliqué au dispositif de commande électromécanique pour produire l'interposition du miroir sur le trajet optique du rayonnement incident lors de chaque phase de réglage.
3. Dispositif optoélectrique selon la revendication 2, caractérisé en ce que le miroir (9) est un miroir plan qui est positionné

perpendiculairement à l'axe optique lors de chaque phase de mise au point.

4. Dispositif optoélectrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens d'analyse comportent une mémoire (26) à accès aléatoire pour stocker la variation d'amplitude présentée par le signal détecté lorsque le dispositif détecteur parcourt la plage de mise au point, les moyens de commande élaborant des adresses de positionnement successif du dispositif détecteur dans cette plage, les dites adresses étant transmises aux moyens de déplacement constitués par un asservissement de position et aux moyens d'analyse pour l'introduction en mémoire et ensuite extraction et analyse de données stockées dans un circuit d'analyse (31) pour sélectionner ladite valeur minimale et son adresse donnant la position de réglage.

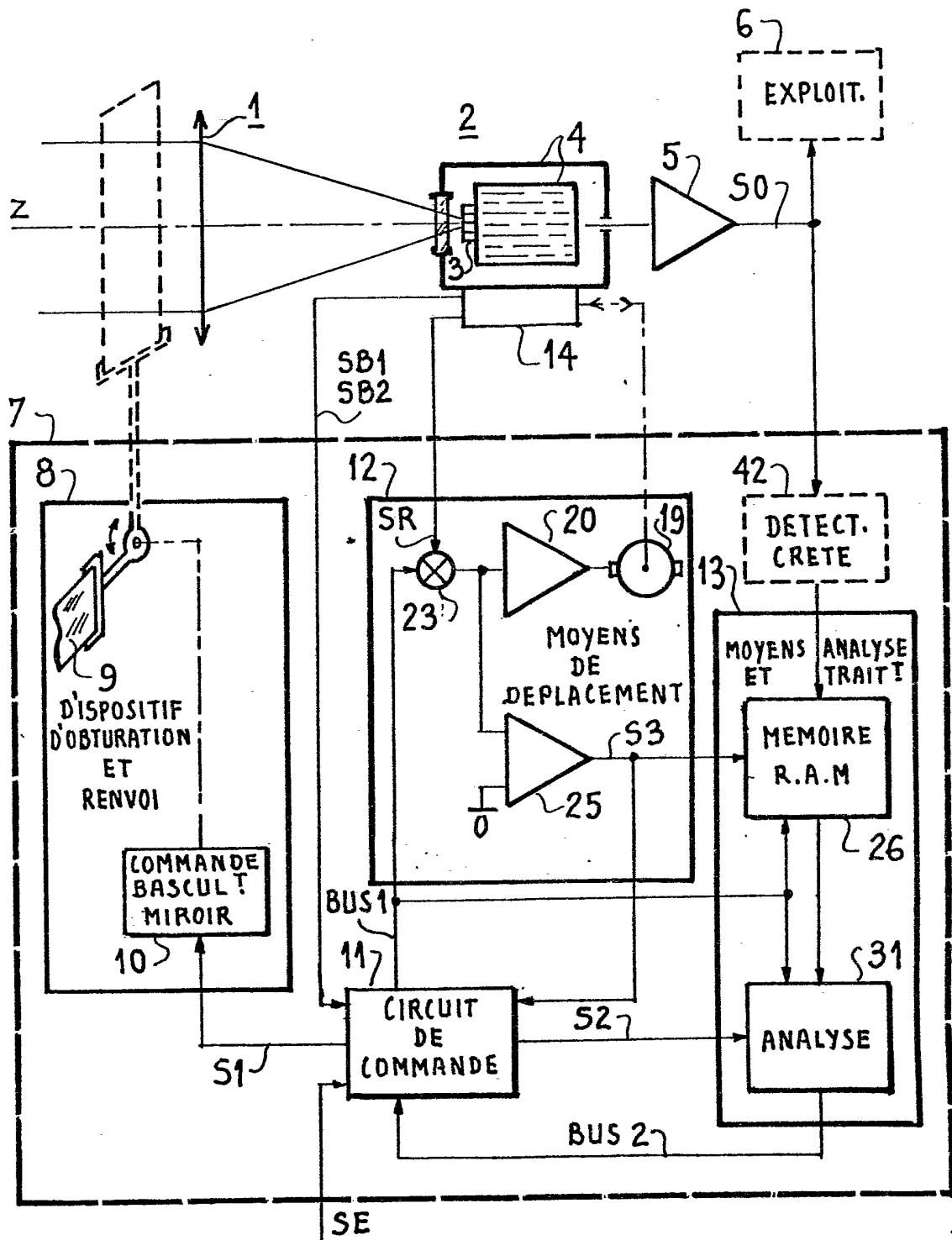
15 5. Dispositif optoélectrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'optique réceptrice comporte un dispositif optomécanique (41) de balayage et en ce que un circuit détecteur de crête (42) est interposé sur la sortie de détection (S0) transmise aux moyens d'analyse et de traitement (13).

20 6. Dispositif optoélectrique selon l'un quelconque des ensembles de revendications 3 et 4, 3 et 5, caractérisé en ce que le dispositif optomécanique (41) de balayage est réalisé au moyen d'un miroir incliné sur l'axe optique (Z) et oscillant autour de sa position médiane, et que ce miroir est également utilisé pour constituer celui (9) d'obturation et de renvoi, le dispositif de commande électromécanique commandant le passage de la position inclinée à celle orthogonale à l'axe et le mouvement d'oscillation dans les deux cas.

25 7. Dispositif optoélectronique selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que les moyens de déplacement (12) produisent le déplacement du détecteur refroidi (2) le long de l'axe optique sur adressage provenant des moyens de commande (11) et qu'ils comprennent, un organe de recopie (24) solidaire d'un support (14) du détecteur refroidi pour produire l'information de position (SR), cette information étant transmise à

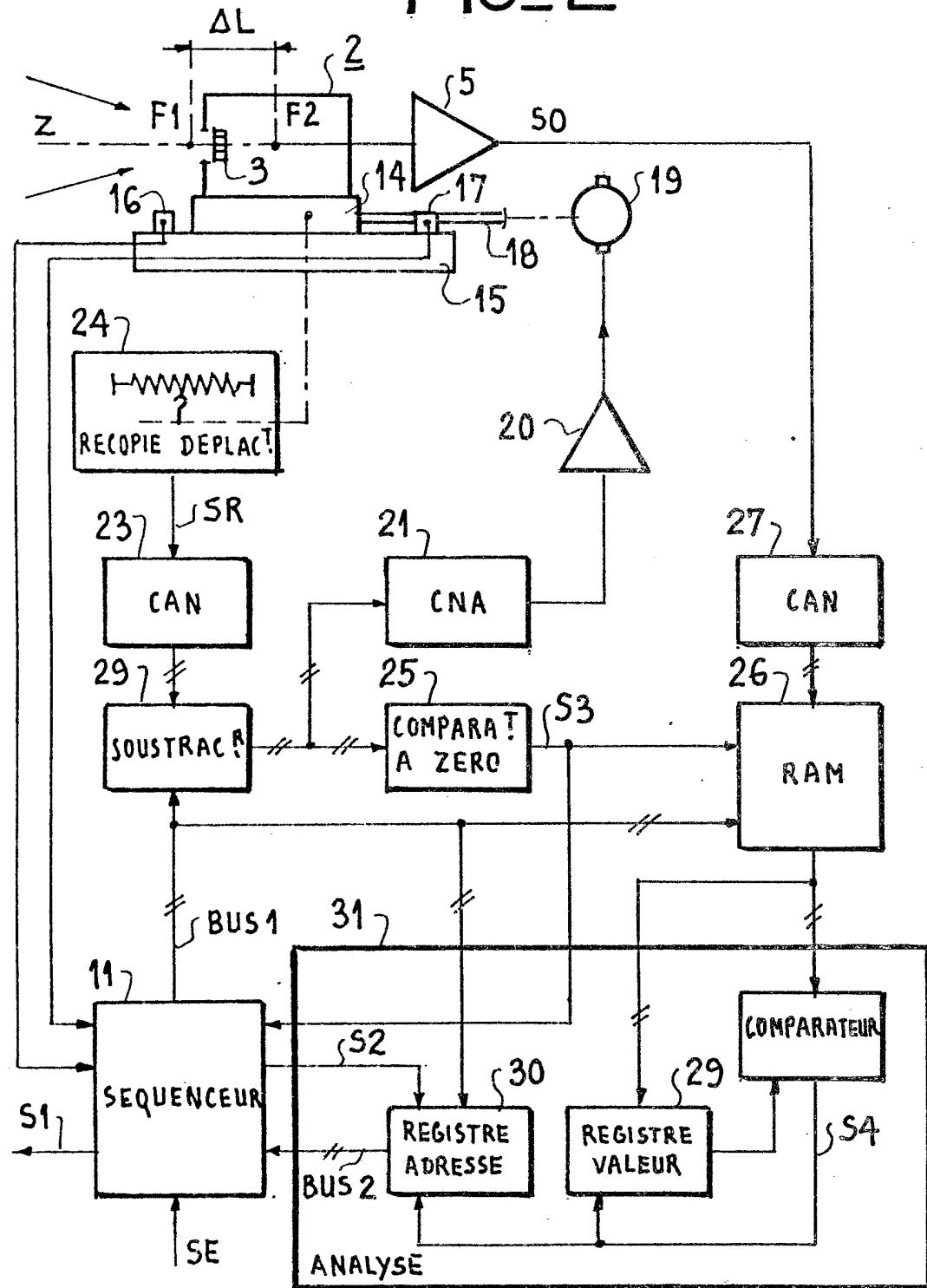
- travers un convertisseur analogique-numérique (23) à un sous-tracteur (22) qui reçoit par sa deuxième entrée ladite adresse de position, la sortie du soustracteur (22) étant reliée à l'entrée d'un comparateur à zéro (25) et à l'entrée d'un convertisseur numérique-analogique (21) dont la sortie est reliée à l'entrée d'un amplificateur de puissance (20) qui alimente un servo-moteur (19) dont l'arbre est couplé mécaniquement au dit support, la sortie (S3) du comparateur à zéro étant transmise à la mémoire et aux moyens de commande constitués par un séquenceur.
8. Dispositif optoélectrique selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que les moyens d'analyse (13) comportent un convertisseur analogique-numérique (27) sur la liaison signal détecté (S0) transmise aux entrées de données de la mémoire (26), les entrées d'adressage de cette mémoire étant reliées aux moyens de commande (11) par une première ligne omnibus (BUS1), le circuit d'analyse comportant un comparateur (28) et deux registres (29 et 30), les sorties de la mémoire étant appliquées au comparateur et à un premier registre, ladite ligne omnibus étant connectée aux entrées du deuxième registre dont les sorties sont connectées par une deuxième ligne omnibus (BUS2) aux moyens de commande, le premier registre étant connecté par ses sorties au comparateur lequel comporte une sortie de commande (S4) des deux registres, le premier registre servant à enregistrer la valeur minimale du signal stocké en mémoire et le deuxième registre l'adresse correspondante.
9. Dispositif optoélectrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le détecteur (3) comporte une pluralité d'éléments photodétecteurs et plusieurs sorties de détection, caractérisé en ce qu'une seule de ces sorties alimente les moyens d'analyse (13).
10. Utilisation d'un dispositif optoélectrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 pour réaliser un autodirecteur d'engin, caractérisé en ce que l'optique réceptrice comporte un montage Cassegrain (40) et que les moyens d'analyse comportent un circuit d'horloge et un microprocesseur.

FIG_1



2 / 3

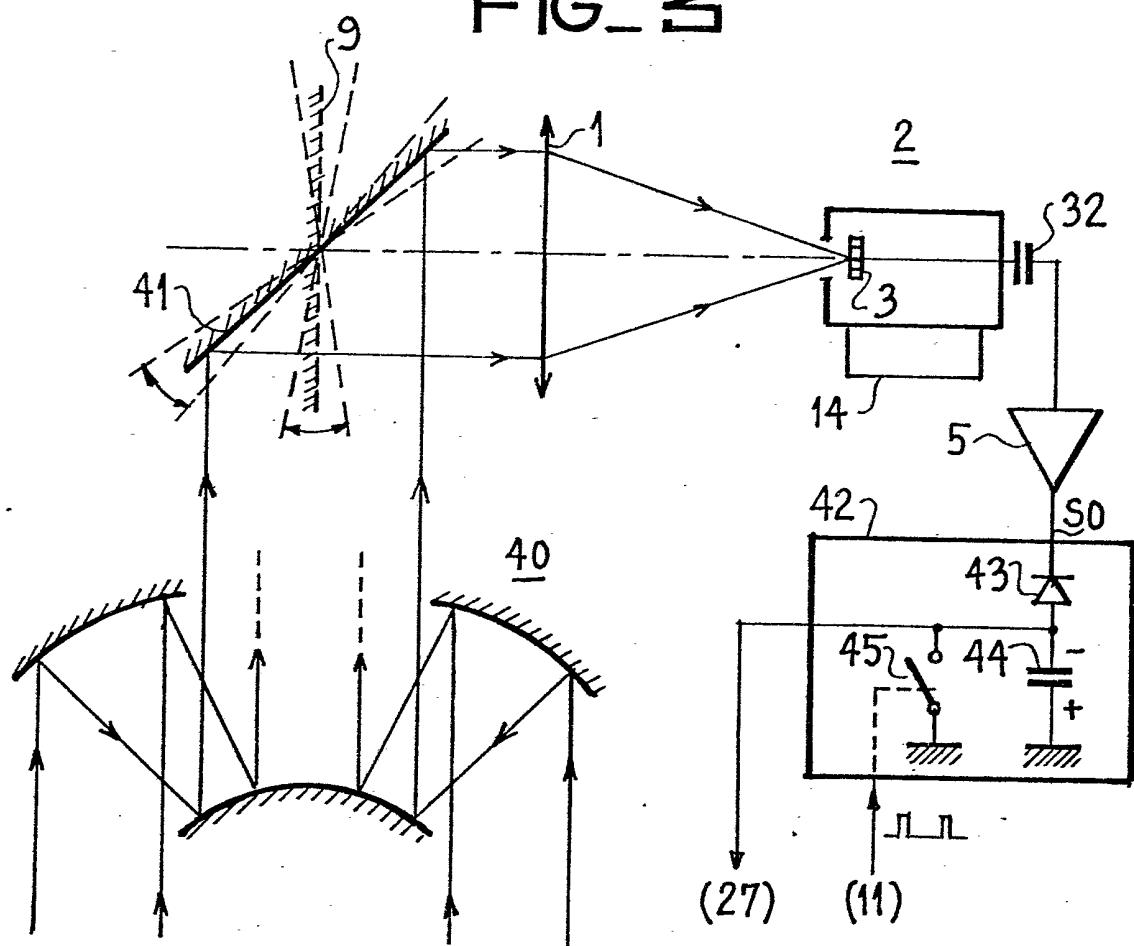
FIG_2



2514977

3/3

FIG_3



FIG_4

