

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

**2 472 766**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 27698**

- 
- (54) Procédé et dispositif de détection de mise au point pour appareil de prise de vues notamment.
- (51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). G 03 B 3/10; G 02 B 27/16; G 03 B 13/20.
- (22) Date de dépôt..... 29 décembre 1980.
- (33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 29 décembre 1979, n° 172963/79.

- 
- (41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 27 du 3-7-1981.

- 
- (71) Déposant : Société dite : ASAHI KOGAKU KOGYO KK, résidant au Japon.

- (72) Invention de : Kazuo Nakamura.

- (73) Titulaire : *Idem* (71)

- (74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne un procédé et un appareil de détection de mise au point utilisant une technique de coïncidence d'image dédoublée selon laquelle l'image d'un objet est divisée en deux parties, l'une des deux parties étant écartée de l'autre, ou bien les deux parties étant écartées dans des sens opposés. Lorsque l'objet est au foyer, l'écart relatif entre les deux parties passe par un minimum. Les signaux de sortie d'un couple de groupes d'éléments de conversion photo-électrique (ci-après désignés par l'expression "groupe de capteurs", dans les cas où cela est applicable) sont traités de manière à assurer une détection électrique de la position de mise au point. Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé et un dispositif de détection de mise au point pour appareil de prise de vues selon lesquels le signe d'un signal de sortie de détection de mise au point change avant et après la mise au point. Non seulement les foyers avant et arrière sont détectés, mais l'amplitude de déplacement de l'objectif photographique en direction de la position de mise au point est instantanément détectée à chaque fois que l'objectif photographique est positionné.

Un certain nombre de techniques de détection de mise au point utilisant des variations de la fréquence spatiale, des variations du contraste de l'image d'un objet ou bien la technique de coïncidence d'image dédoublée décrite ci-dessus ont été proposées dans la technique, et certaines d'entre elles ont été appliquées en pratique.

Toutefois, la plupart des techniques de détection de mise au point classiques présentent des inconvénients sur les points suivants. Dans ces dispositifs, lorsqu'un objet est au foyer, le signal de sortie de détection de mise au point présente une valeur extrême, qui est soit un maximum, soit un minimum, si bien qu'aucune information de mise au point avant et arrière n'est disponible. Par conséquent, pour détecter une position de mise au point, l'opération de détection de mise au point doit être effectuée sur toute la gamme de mise au point de l'appareil photographique, entre l'infini et la position de mise au point

la plus rapprochée. Ainsi, le fonctionnement du dispositif est complexe et la durée de détection nécessaire est longue, de sorte qu'il est impossible d'effectuer la mise au point sur un objet rapidement mobile.

5        Une technique de détection de mise au point permettant d'obtenir des informations de mise au point avant et arrière a également été proposée dans la technique antérieure. Toutefois, même avec cette technique, il est difficile d'effectuer de façon satisfaisante une détection de mise au point sur un objet rapidement mobile. Par conséquent, l'usage de l'appareil photographique est fortement limité et il est difficile de faire donner leur utilité optimale à toutes les fonctions de l'appareil photographique.

C'est pourquoi l'invention propose un procédé et un  
15 appareil de détection de mise au point pour appareil de prise de vues selon lesquels le principe de la coïncidence d'une image dédoublée est utilisé de façon que la mise au point sur un objet rapidement mobile, par exemple une automobile en déplacement, une balle, des sportifs en activité, sur lesquels aucune mise au point  
20 ne pourrait être obtenue à l'aide d'une technique de détection de mise au point classique, puisse être obtenue de manière satisfaisante, c'est-à-dire que la mise au point sur différents objets se déplaçant dans une large gamme de vitesses puisse être détectée de manière satisfaisante.

25       Spécialement, en fonction de ce but de l'invention et d'autres buts non indiqués ici, il est proposé un dispositif de mise au point automatique pour appareil de prise de vues qui comporte un moyen permettant de déterminer la distance et le sens du déplacement jusqu'à une position de mise au point d'un objectif  
30 de mise au point, tandis que l'objectif de mise au point reste fixe et un moyen permettant de déplacer l'objectif de mise au point directement jusqu'à la position de mise au point en réponse à un signal de sortie du moyen de détermination de la distance et du sens de déplacement. Le moyen de détermination de la distance  
35 et du sens de déplacement comporte de préférence un premier et un deuxième groupe de capteurs, un moyen permettant de projeter des

images d'un objet transmises à travers l'objectif de mise au point sur le premier et le deuxième groupe de capteurs, et un moyen permettant de déplacer au moins l'une des images sur les deux groupes de capteurs.

- 5 Dans des modes de réalisation préférés, la position de  
mise au point de l'objectif est rapidement calculée d'après des  
formules énoncées ci-après, par exemple à l'aide d'un micro-  
processeur, de sorte que l'objectif peut être rapidement amené  
jusqu'à la position de mise au point correcte sans qu'il soit  
10 nécessaire d'effectuer une succession de calculs pendant le dépla-  
cement de l'objectif comme cela était obligatoire avec les dispo-  
sitifs de mise au point de la technique antérieure.

De plus, l'invention concerne un procédé permettant de mettre en oeuvre ce dispositif de mise au point. Ce procédé permet 15 de mettre automatiquement au point un appareil de prise de vues comportant un objectif de mise au point, un premier et un deuxième groupe de capteurs, et un moyen permettant de projeter des images d'un objet transmises à travers l'objectif de mise au point sur le premier et le deuxième groupe de capteurs, et il 20 comprend les opérations consistant à :

convertir les signaux de sortie du premier et du deuxième groupe de capteurs en signaux numériques;

mémoriser lesdits signaux numériques;

déterminer les valeurs successives de :

$$25 \quad F = \sum_{k=1}^{n-1} |i_k - j_{k+1}| \times \beta_0 - \sum_{k=1}^{n-1-p} |i_{k-1-p} - j_k| \times \beta_{p+2}$$

pour des valeurs successives de  $p$  dans le cas de valeurs positives de  $F$ , et :

$$F = \sum_{k=1}^{n-1} |j_k - i_{k+1}| \times \beta_0 - \sum_{k=1}^{n-1-p} |j_{k-1-p} - i_k| \times \beta_{2+p}$$

pour les valeurs successives de  $p$  dans le cas de valeurs négatives de  $F_i$ , où  $i$  est la valeur de l'un des signaux numériques corres-

35 pondant à des capteurs du premier groupe de capteurs,  $j_1$  est la

valeur de l'un des signaux numériques correspondant à des capteurs du deuxième groupe de capteurs, tandis que k indique les positions des capteurs à l'intérieur desdits groupes de capteurs, n est le nombre de capteurs dans chaque groupe, p est égal à l'une des 5 valeurs -1, 0, 1, 2, ... P et P est un entier inférieur à n,  $\beta_0 = A_0/(n-1)$ , et  $\beta_p = A_0/(n+1-p)$ ,  $A_0$  étant une constante préterminée;

déterminer les valeurs de  $F=F_S$  et  $F=F_{S+1}$  qui sont les valeurs respectives de F avant et après un changement de signe de F 10 pour des valeurs adjacentes de p;

déterminer la valeur de  $M=S+F_S/(F_S-F_{S+1})$ , où S correspond à une amplitude de déplacement d'image, à partir d'une position antérieure, jusqu'à la position correspondant à la valeur de p qui se trouve juste avant ledit changement de signe de F ; et 15 positionner ledit objectif en fonction de ladite valeur de M.

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages; elle s'appuie sur les dessins 20 annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est un schéma simplifié montrant un dispositif de détection de mise au point utilisant le principe de la coïncidence d'une image dédoublée de la technique antérieure;
- la figure 2 est un diagramme explicatif montrant la disposition respective des surfaces de réception de lumière de 25 deux groupes de capteurs;
- la figure 3A est une représentation graphique indiquant les niveaux de sortie de deux groupes de capteurs lorsque le deuxième groupe de capteurs a été déplacé vers la gauche par rapport 30 à un premier groupe de capteurs;
- la figure 3B est une représentation graphique indiquant les niveaux de sortie des deux groupes de capteurs lorsque le deuxième groupe est en position de coïncidence avec le premier groupe;
- la figure 3C est une représentation graphique indiquant 35 les niveaux de sortie des deux groupes de capteurs lorsque le

deuxième groupe a été déplacé vers la droite par rapport au premier;

- la figure 4A est une représentation graphique indiquant les variations d'un signal de différence  $V_{01}$  dans le cas où l'image projetée sur le deuxième groupe de capteurs est déplacée vers la droite par rapport au premier capteur gauche;

- 5 - la figure 4B est une représentation graphique indiquant les variations d'un signal de sortie de détection de position zéro, soit  $F_{01}$ , en correspondance avec les variations du signal de différence  $V_{01}$  de la figure 4A;

- 10 - la figure 4C est une représentation graphique indiquant les variations d'un signal de sortie de différence  $V_{02}$  dans le cas où l'image projetée a été déplacée vers la gauche par rapport au premier capteur droit;

- 15 - la figure 4D est une représentation graphique indiquant les variations d'un signal de sortie de détection de position zéro, soit  $F_{02}$ , en correspondance avec les variations du signal de différence  $V_{02}$  de la figure 4C;

- 20 - la figure 4E est une représentation graphique indiquant les variations d'un signal de sortie  $V_{out}$  de détection de mise au point qui a été obtenu selon l'invention;

- la figure 5 est un schéma de principe montrant un circuit de traitement constituant une mise en oeuvre du procédé de détection de la mise au point selon l'invention ; et

- 25 - la figure 6 est un diagramme de fonctionnement montrant la mise en oeuvre du procédé de détection de mise au point selon l'invention.

Sur la figure 1, sont schématiquement illustrés un système optique, des groupes de capteurs et un circuit de traitement d'un dispositif de détection de mise au point utilisant le principe du procédé de coïncidence d'image dédoublée. De la lumière venant d'un objet 1 est réfléchie par des miroirs fixes 2 et 4, puis est appliquée, via un objectif 6 de formation d'image, sur des capteurs  $a_1$  à  $a_n$  d'un groupe 8 de capteurs. Les capteurs produisent des signaux de sortie qui sont proportionnels aux quantités lumineuses incidentes, ces signaux de sortie étant appliqués à un

circuit de traitement 10. En outre, la lumière venant de l'objet 1 est également renvoyée par un miroir mobile 3 tournant dans le sens de la flèche, puis par un miroir fixe 5, et est enfin appliquée, via un autre objectif 7 de formation d'image, à des capteurs  $b_1$  à 5  $b_n$  d'un deuxième groupe 9 de capteurs. De la même façon, ces capteurs produisent des signaux de sortie qui sont proportionnels aux quantités lumineuses incidentes, ces signaux de sortie étant appliqués au circuit de traitement 10.

Le principe de la détection de mise au point utilisé 10 dans l'invention est décrit en relation avec les figures 1 et 2.

L'image d'un objet qui est projetée sur le groupe de capteurs 9 se déplace suivant la ligne des capteurs lorsque le miroir mobile 3 tourne. Ainsi, lorsque le miroir mobile 3 tourne dans le sens anti-horaire, l'image remonte.

15 Les capteurs  $a_1$  à  $a_n$  comportent respectivement des surfaces  $A_1$  à  $A_n$  de réception de lumière, comme cela est montré sur la figure 2. De même, les capteurs  $b_1$  à  $b_n$  possèdent respectivement des surfaces  $B_1$  à  $B_n$  de réception de lumière. Les capteurs et les miroirs sont disposés de telle façon que, lorsque l'objet 20 est au foyer, des images optiquement identiques sont projetées sur les surfaces réceptrices  $A_1$  et  $B_1$ ,  $A_2$  et  $B_2$ , ... et  $A_n$  et  $B_n$ , et les capteurs  $a_1$  à  $a_n$  produisent respectivement les signaux de sortie  $i_1$  à  $i_n$ , tandis que les capteurs  $b_1$  à  $b_n$  produisent respectivement les signaux de sortie  $j_1$  à  $j_n$ . On a alors dans ce cas 25  $i_1=j_1$ ,  $i_2=j_2$ , ... et  $i_n=j_n$ , où  $n$  est le nombre de capteurs de chaque groupe. Lorsque l'objet n'est pas au foyer, on a en général  $i_1 \neq j_1$ ,  $i_2 \neq j_2$ , ... et  $i_n \neq j_n$ . Par conséquent, si le calcul :

$$V = \sum_{k=1}^n |i_k - j_k|$$

est effectué par le circuit de traitement 10 et le résultat de 30 ce calcul est utilisé comme signal de détection de mise au point, alors on obtient  $V=0$  (valeur minimale) lorsque l'objet est au foyer et  $V > 0$  lorsque l'objet n'est pas au foyer. C'est ainsi que la position de mise au point peut être détectée.

On a décrit ci-dessus une technique utilisant le principe du procédé de coïncidence d'image dédoublée de la technique antérieure. Avec cette technique, lorsque l'objet n'est pas au foyer, il n'est pas possible d'obtenir des signaux représentant le foyer avant ou le foyer arrière par exemple.

Selon l'invention, qui va être décrite ci-après, le système optique, des groupes de capteurs et les signaux de sortie  $i_1$  à  $i_n$  et  $j_1$  à  $j_n$  relatifs au procédé de coïncidence d'image dédoublée, tels que décrits en relation avec les figures 1 et 2, sont utilisés de manière que le circuit de traitement 10 puisse détecter rapidement le sens de déplacement vers la position de mise au point ainsi que la distance à la position de mise au point.

Les figures 3A à 3C montrent les signaux de sortie des capteurs des deux groupes 8 et 9 de capteurs lorsque le miroir mobile 3 de la figure 1 tourne. On note que, sur les figures 3A-3C, les lignes en trait plein et les lignes en trait interrompu correspondent respectivement aux images de l'objet projetées sur les deux groupes de capteurs 8 et 9. La représentation graphique de la figure 3B correspond au positionnement de l'objet au foyer. Dans ce cas, les deux images de l'objet coïncident. Lorsque le miroir mobile 3 de la figure 1 tourne, l'image de l'objet projetée sur le groupe de capteurs 9 se déplace de la gauche vers la droite par rapport au groupe de capteurs 8, dans l'ordre des figures 3A à 3C. L'amplitude de déplacement  $\Delta\alpha$  de l'image de l'objet est proportionnelle à l'amplitude de rotation du miroir mobile 3. En détectant l'amplitude de déplacement  $\Delta\alpha$ , on peut détecter la distance et le sens de déplacement jusqu'à la position de mise au point. La valeur  $\Delta\alpha$  a un signe positif lorsque la ligne en trait interrompu se trouve du côté gauche de la ligne en trait plein et a un signe négatif lorsque la ligne en trait interrompu se trouve du côté droit de la ligne en trait plein. Selon l'invention, on détermine la valeur  $\Delta\alpha$  et on l'utilise pour fournir des informations sur la mise au point avant et arrière.

La figure 4A montre les variations d'un signal de sortie de différence de capteur  $V_{01}$  (défini ci-après) en fonction de l'amplitude de rotation du miroir par rapport à la position de

mise au point. On obtient la courbe  $\alpha_0$  lorsque l'image projetée sur le groupe de capteurs 9 s'est déplacée vers la gauche d'une distance correspondant à une position de capteur, comme cela est représenté sur la figure 3A. Le signal de sortie de différence de capteur

$$v_{01} = \sum_{k=1}^{n-1} |i_k - j_{k+1}| \times \beta_0$$

passe par un minimum au point  $x_0$ , c'est-à-dire lorsque les mêmes images de l'objet sont respectivement projetées sur les capteurs  $a_1$  et  $b_2$ ,  $a_2$  et  $b_3$ , ... et  $a_{n-1}$  et  $b_n$ .

On obtient la courbe  $\alpha = -1$  lorsque l'image projetée sur le groupe de capteurs 9 coïncide avec celle projetée sur le groupe de capteurs 8, en correspondance avec la figure 3B. Le signal de sortie de différence de capteur

$$v_{01} = \sum_{k=1}^n |i_k - j_k| \times \beta_1$$

15 passe par un minimum  $x_1$ , c'est-à-dire lorsque les mêmes images de l'objet sont projetées respectivement sur les capteurs  $a_1$  et  $b_1$ ,  $a_2$  et  $b_2$ , ... et  $a_n$  et  $b_n$ .

On obtient la courbe  $\alpha = 0$  lorsque l'image projetée sur le groupe de capteurs 9 est déplacée vers la droite de la distance d'une position de capteur, comme cela est représenté sur la figure 3C. Le signal de sortie de différence de capteur

$$v_{01} = \sum_{k=1}^{n-1} |i_{k+1} - j_k| \times \beta_2$$

25 passe par un minimum au point  $x_2$ , c'est-à-dire lorsque les mêmes images de l'objet sont respectivement projetées sur les capteurs  $a_2$  et  $b_1$ ,  $a_3$  et  $b_2$ , ... et  $a_n$  et  $b_{n-1}$ . De même, on obtient les courbes correspondant à  $\alpha = 1$ ,  $\alpha = 2$ ,  $\alpha = 3$ , etc. lorsque l'image projetée sur le groupe de capteurs 9 est déplacée respectivement vers la droite de deux, trois, quatre, etc. positions de capteur, auxquels cas les signaux 30 de sortie de différence de capteur  $V_{01}$  sont :

$$v_{01} = \sum_{k=1}^{n-2} |i_{k+2} - i_k| \times \beta_3,$$

$$5 \quad v_{01} = \sum_{k=1}^{n-3} |i_{k+3} - j_k| \times \beta_4,$$

$$v_{01} = \sum_{k=1}^{n-4} |i_{k+4} - j_k| \times \beta_5, \text{ etc.}$$

10 Pour les signaux de sortie de différence de capteur  $v_{01}$  décrits ci-dessus, on note que  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \text{ etc.}$  sont des valeurs de correction correspondant aux nombres de signaux de sortie de capteur ajoutés. Ainsi, on a :

$$\beta_0 = n/(n-1), \beta_1 = n/n, \beta_2 = n/(n-1), \beta_3 = n/(n-2), \beta_4 = n/(n-3), \text{ etc.}$$

15 On peut aussi poser :

$$\beta_0 = 1/(n-1), \beta_1 = 1/n, \beta_2 = 1/(n-1), \beta_3 = 1/(n-2), \beta_4 = 1/(n-3), \text{ etc.}$$

De façon plus générale, le signal de sortie de différence de capteur  $v_{01}$  peut s'exprimer, pour les courbes  $\alpha=0, \alpha=1, \text{ etc.}$ , de la manière suivante :

$$20 \quad v_{01} = \sum_{k=1}^{n-\alpha} |i_{k+\alpha} - j_k| \times n(n-\alpha).$$

Les résultats que l'on obtient en soustrayant les signaux de sortie de différence de capteur  $v_{01}$  relatifs aux courbes  $\alpha=-1, \alpha=0, \text{ etc.}$ , du signal de sortie de différence de capteur  $v_{01}$  relatif à la courbe  $\alpha=0$  sont désignés par l'expression "signal de détection de position zéro", soit  $F_{01}$ . Lorsque l'amplitude de rotation du miroir est  $\ell$ , les signaux de détection de position zéro  $F_{01}$  sont positifs par rapport aux courbes  $\alpha=-1, \alpha=0$  et  $\alpha=1$  et sont négatifs par rapport aux courbes  $\alpha=2, \alpha=3, \alpha=4, \alpha=5, \text{ etc.}$ , comme cela apparaît sur la figure 4B.

Le signal de détection de position zéro  $F_{01}$  relatif aux courbes  $\alpha_0$  et  $\alpha=0$  est donné par la formule suivante :

$$5 \quad F_{01} = \sum_{k=1}^{n-1} |i_k - j_{k+1}| \times \beta_0 - \sum_{k=1}^{n-1} |i_{k+1} - j_k| \times \beta_2,$$

où  $\beta_0 = \beta_2 = n/(n-1)$ . Cette expression peut être décomposée de la manière suivante :

$$\left[ (|i_1 - j_2| - |i_2 - j_1|) + (|i_2 - j_3| - |i_3 - j_2|) + \dots + (|i_{n-1} - j_n| - |i_n - j_{n-1}|) \right] \times n/(n-1).$$

- 10 Comme cela peut être montré à partir de cette expression, le signal  $F_{01}$  s'annule lorsque la même image de l'objet est projetée sur les deux groupes de capteurs 8 et 9. Toutefois, le signal  $F_{01}$  devient respectivement négatif et positif avant et après cette position.
- 15 De même, le signal de détection de position zéro  $F_{01}$  relatif à la courbe  $\alpha=-1$  s'annule lorsque l'image de l'objet sur le groupe de capteurs 9 se déplace vers la gauche d'une distance d'une seule position de capteur, comme le montre la figure 3C, et le signal  $F_{01}$  devient respectivement négatif et positif avant et
- 20 après cette position.

De plus, les signaux de détection de position zéro  $F_{01}$  relatifs aux courbes  $\alpha=1, \alpha=2, \alpha=3$ , etc. s'annulent lorsque l'image de l'objet projetée sur le groupe de capteurs 9 se déplace vers la droite respectivement d'une seule, de deux, de trois positions de capteur, etc., comme le montre la figure 3C, et les signaux  $F_{01}$  deviennent respectivement négatifs et positifs avant et après cette position. Les valeurs de  $\alpha$  sur la figure 4A indiquent les nombres de capteurs dont l'image projetée sur le groupe de capteurs 9 est déplacée, le déplacement de l'image vers la droite étant indiqué par le signe positif. Ainsi, par exemple, si l'amplitude de rotation du miroir est  $\ell$ , on peut détecter que l'image a été déplacée vers la droite de deux positions de capteur à partir de la position "1".

La figure 4B donne le signal de détection de position zéro  $F_{01}$  en fonction de l'amplitude de déplacement comptée en positions de capteur. Sur la figure 4B, on peut voir que le point pour lequel  $F_{01}=0$  (correspondant à un changement de signe) se trouve entre l'amplitude de déplacement 1 ( $\alpha=1$  sur la figure 4A) et l'amplitude de déplacement 2 ( $\alpha=2$  sur la figure 4A). Si le signal  $F_{01}$  varie linéairement entre les amplitudes de déplacement 1 et 2, alors l'amplitude de déplacement réelle  $M$  est :

$$M = \frac{1+F_1}{(F_1-F_2)},$$

10 où  $F_1$  est la valeur de  $F_{01}$  relative à la courbe  $\alpha=1$  de la figure 4A et  $F_2$  est la valeur de  $F_{01}$  relative à la courbe  $\alpha=2$ . De façon générale, si le signal  $F_{01}$  change de signe entre des amplitudes de déplacement  $S$  et  $S+1$  et que les valeurs respectives  $F_{01}$  sont représentées par  $F_S$  et  $F_{S+1}$ , alors :

15  $M = S+F_S(F_S-F_{S+1}).$

Le déplacement de l'image est proportionnel à l'amplitude de déplacement qu'il faut imposer à l'objectif photographique pour réaliser la mise au point sur l'objet. Si la constante de proportionnalité est représentée par  $K$ , alors le signal de sortie 20 de détection de mise au point  $V_{out}$  est donné par :

$$V_{out} = K \times M.$$

La constante  $K$  peut être obtenue théoriquement ou empiriquement. En faisant appel à ce signal de détection de mise au point  $V_{out}$ , il devient possible de déterminer la distance et le sens de 25 déplacement jusqu'à la position de mise au point.

Le procédé de détection qui vient d'être décrit se rapporte au cas où l'image projetée sur le deuxième groupe de capteurs est déplacée vers la droite par rapport au premier groupe de capteurs. On va maintenant décrire, en relation avec les 30 figures 4C et 4D, le procédé de détection se rapportant au cas

où l'image est déplacée vers la gauche par rapport au premier capteur droit.

Sur la figure 4C, la courbe  $\alpha_{00}$  correspond au cas où les groupes de capteurs 8 et 9 sont interchangés par rapport à la courbe  $\alpha_0$ . Ainsi, le signal de sortie de différence  $V_{01}$  relatif à la courbe  $\alpha_{00}$  est représenté par :

$$V_{01} = \sum_{k=1}^{n-1} |j_k - i_{k+1}| \times \beta_0.$$

10 De même, les signaux de sortie de différence  $V_{01}$  relatifs aux courbes  $\alpha=1$ ,  $\alpha=0$ ,  $\alpha=-1$ , etc. peuvent être respectivement représentés par les expressions suivantes :

$$15 \quad V_{01} = \sum_{k=1}^n |j_k - i_k| \times \beta_1,$$

$$V_{01} = \sum_{k=1}^{n-1} |j_{k+1} - i_k| \times \beta_2,$$

$$20 \quad V_{01} = \sum_{k=1}^{n-2} |j_{k+2} - i_k| \times \beta_3, \text{ etc.}$$

Lorsque l'amplitude de déplacement du miroir est  $\ell_0$ , comme cela est indiqué sur la figure 4C, le signe du signal de détection de position zéro  $F_{02}$  passe de moins à plus entre  $\alpha=-1$  et  $\alpha=-2$ , comme cela est indiqué sur la figure 4D. Si les signaux  $F_{02}$  relatifs aux courbes  $\alpha=-1$  et  $\alpha=-2$  sont respectivement représentés par  $F_{01}$  et  $F_{02}$ , alors l'amplitude de déplacement réelle  $M$  est donnée par :

$$M = -1 + F_1 / (F_1 - F_2).$$

Comme dans le cas décrit ci-dessus, on a pour  $M$  de façon générale :

$$30 \quad M = S + F_S (F_S - F_{S+1}).$$

Le signal de sortie de détection de mise au point  $V_{out}$  est donné par :

$$V_{out} = K \times M.$$

Comme cela résulte clairement de la description donnée ci-dessus, si on effectue l'opération de détection de mise au point en observant l'objet, alors que le miroir mobile 3 de la figure 1 est dans une position donnée, il est possible, à l'aide 5 du signal de détection de mise au point  $V_{out}$ , de déterminer la distance à la position de mise au point à partir de sa valeur absolue et le sens de déplacement jusqu'à la position de mise au point à partir de son signe.

Dans le système optique de la figure 1, l'amplitude de 10 déplacement de l'image est proportionnelle à l'angle de rotation du miroir et, par conséquent, le graphe du signal de détection de mise au point  $V_{out}$  est linéaire.

Pour d'autres systèmes optiques également, l'invention peut se révéler d'une utilisation très efficace vis-à-vis de 15 l'emploi du principe de coïncidence d'image dédoublée, l'amplitude d'ajustement de l'élément de réglage de mise au point étant proportionnelle à l'amplitude de déplacement de l'image.

On vient de décrire un procédé de détection de mise au point selon l'invention. Il va sans dire que, en ce qui concerne 20 la construction d'un dispositif de détection automatique de mise au point selon l'invention, l'amplitude de rotation du moteur d'entraînement de l'objectif photographique peut être commandée en fonction de la valeur absolue du signal de détection de mise au point  $V_{out}$  obtenu de la manière indiquée ci-dessus et que le 25 sens de rotation de ce moteur peut être commandé en fonction du signe du signal  $V_{out}$ .

Un dispositif permettant la mise en oeuvre du procédé de détection de mise au point de l'invention est présenté en relation avec la figure 5. Les signaux de sortie  $i_1$  à  $i_n$  et  $j_1$  à 30  $j_n$  des groupes de capteurs 8 et 9 sont appliqués à un convertisseur analogique-numérique 11 dans lequel ils sont transformés en données numériques afin d'être mémorisés dans un circuit mémorisateur 12. Le convertisseur 11 et le circuit mémorisateur 12 sont commandés par un circuit de commande 15. Les signaux de sortie 35 de différence  $V_{01}$  et  $V_{02}$ , les signaux de détection de position zéro  $F_{01}$  et  $F_{02}$ , l'amplitude de déplacement  $M$  et le signal de

détection de mise au point  $V_{out}$ , qui viennent d'être décrits ci-dessus, sont calculés dans un circuit arithmétique 13 sous commande du circuit 15. Le signal de détection de mise au point  $V_{out}$  produit par le circuit arithmétique 13 est appliqué à un circuit d'entraînement 14, comportant un circuit d'entraînement d'objectif et un circuit d'affichage, pour la mise en oeuvre de l'opération de mise au point. Il est possible de simplifier le montage décrit ci-dessus en utilisant un microprocesseur. Par exemple, la mémoire, le circuit arithmétique et le circuit de commande peuvent être groupés comme c'est le cas dans un microprocesseur à circuit intégré du type "8080" fabriqué par la société Intel Corporation.

La figure 6 est un diagramme de fonctionnement présentant des opérations pouvant être effectuées selon l'invention. A titre d'exemple, on considère le cas de  $p=5$ . (Alors que toute valeur  $p < n$  est acceptable, il est souhaitable que  $p$  soit petit, puisque le résultat de l'addition des signaux de sortie de différence  $V_{01}$  et  $V_{02}$  devient faible lorsque la valeur  $p$  approche la valeur n).

Après un signal de début de détection de mise au point, pouvant être obtenu par exemple par actionnement d'un commutateur de début de mise au point, par exemple un signal de déclenchement, les signaux de sortie  $i_1$  à  $i_n$  et  $j_1$  à  $j_n$  des capteurs sont inscrits dans le circuit de mémorisation sous forme de signaux numériques (étape a). Ensuite, après que le signal de différence de référence  $V_{\alpha 0}$  correspondant au cas où l'image projetée sur le groupe de capteurs 9 est déplacée vers la droite par rapport au premier capteur gauche (-1) a été calculé (étapes b et c), les signaux de sortie de différence  $V(-1)$ ,  $V(0)$ , ... et  $V(3)$  sont calculés (étapes d, e et e'). Ensuite, on compare le signal  $V_{\alpha 0}$  successivement avec les signaux  $V(p)$  de façon à obtenir une amplitude de déplacement  $p$  qui soit, pour la première fois, d'un signe algébrique différent de celui de  $V_{\alpha 0}$  (opérations f, g, h, i, j et j'). On calcule alors l'amplitude de déplacement réelle à partir de la valeur  $p$  (étape w), après quoi on déduit un signal de détection de mise au point  $V_{out}$  (étape y). En fonction

du signal  $V_{out}$ , le dispositif d'affichage et l'objectif photographique sont alors actionnés de manière à régler l'objectif sur la position de mise au point (étape z).

Lorsqu'aucun changement de signe n'apparaît dans la comparaison de  $V_{\alpha 0}$  avec  $V(p)$ , ou dans le produit  $V_{\alpha 0} \times V(p)$  (étape i), on calcule le signal de sortie de différence de référence  $V_{\alpha 00}$  correspondant au cas où l'image est déplacée vers la gauche par rapport au premier capteur droit (étapes k et l). Ensuite, de la même façon que dans le cas précédemment décrit, des calculs sont effectués pour produire une amplitude de déplacement  $p$  (étapes m, n, n', p, q, r, s, t et t'). On déduit alors la position de mise au point à partir de M (étape x) et de  $V_{out}$  (étape y).

Si aucune amplitude de déplacement  $p$  ne peut être obtenue (étape t), il est affiché que la mise au point ne peut être détectée (étape v).

On va maintenant décrire un exemple de traitement dans lequel  $P=5$ , de façon plus précise en relation selon la figure 6.

Après la mise en service du dispositif, indiquée par "début" sur la figure 6, les signaux de sortie  $i_1$  à  $i_n$  et  $j_1$  à  $j_n$  sont mémorisés au cours d'une étape (a). Ensuite, au cours d'une opération (b), le signal de différence  $V_{\alpha 0}$  est calculé. Ainsi, pour  $V_{\alpha 0}=V_{01}$ , l'expression cherchée est obtenue par la formule :

$$V_{\alpha 0} = \sum_{k=1}^{n-1} |i_k - j_{k+1}| \times n/(n-1).$$

Puis, dans une étape (c), on fait  $P=-1$ . Dans l'étape (d), on calcule  $V(P)$  d'après la formule :

$$V(P) = \sum_{k=1}^{n+1-p} |i_{k+1-p} - j_k| \times n/(n+1-p).$$

Il est ensuite examiné, pendant une opération (e), si  $P$  est supérieur ou égal à 3. Dans le cas négatif, on fait  $P=P+1$  dans une étape (e), c'est-à-dire que l'on incrémente  $P$  d'une unité, et on revient au début de l'étape (d). Si la réponse

à la question (e) est positive, le signal de détection de position zéro, soit  $F_{\alpha 0}$ , est calculé dans l'étape (f) par la formule :

$$F_{\alpha 0} = V_{\alpha 0} - V(P),$$

avec  $P=-1$ . On passe alors à l'étape (g), où on fait  $P=0$ . Dans 5 l'étape (h) suivante, le signal de détection de la position zéro  $F(P)$  est calculé par la formule :

$$F(P) = V_{\alpha 0} - V(P).$$

Il est alors examiné, au cours de l'étape suivante (i), si 10 l'expression  $F_{\alpha 0} - F(P)$  est négative. Si tel est le cas, on passe à l'étape (w) qui sera décrite ci-après. On rappelle qu'il s'agit de déterminer la position pour laquelle le signal de détection de position zéro change de signe. Si la réponse à la question (i) est négative, on passe à l'étape (j) suivante où il est examiné si  $P$  est supérieur ou égal à 3. Dans le cas négatif, on fait  $P=P+1$  15 dans une étape (j'), puis on revient au début de l'étape (h). En cas de réponse positive, on passe à l'étape (k), où est effectué le calcul de  $V_{\alpha 00}$  par la formule suivante (pour  $V_{\alpha 00}=V_{01}$ ) :

$$V_{\alpha 00} = \sum_{k=1}^{n-1} |j_k - i_{k+1}| \times n/(n-1).$$

On fait ensuite  $P=1$  dans l'étape suivante (l). Puis dans l'étape (m), 20 on calcule  $V(P)$  par la formule :

$$V(P) = \sum_{k=1}^{n+1-p} |j_{k+1-p} - i_k| \times n/(n+1-p).$$

On examine ensuite, au cours d'une étape (n), si  $P$  est inférieur ou égal à -3. En cas de réponse négative, on passe à 25 l'étape (n') où l'on fait  $P=P+1$ , puis l'on revient au début de l'étape (m). Dans le cas d'une réponse positive, on passe au calcul de  $F_{\alpha 00}$  qui est effectué dans l'étape (p) par la formule :

$$F_{\alpha 00} = V_{\alpha 00} - V(P),$$

avec  $P=1$ . Puis on passe à l'étape (q) où l'on fait  $P=0$ . Dans l'étape suivante (r), on calcule  $F(P)$  par la formule :

$$F(P) = V_{\alpha 00} - V(P).$$

- On examine ensuite, dans l'étape (s), si l'expression  $F_{\alpha 0}-F(P)$
- 5 est négative. Si la réponse est oui, on passe à une étape (w) qui sera décrite ci-après. Si la réponse est non, on examine alors dans une étape (t) si  $P \geq -3$  et, en cas de réponse négative, on passe à l'étape (t') où l'on fait  $P=P-1$ , c'est-à-dire que l'on décrémente  $P$  d'une unité, puis l'on revient au début de l'étape (r).
- 10 En cas de réponse positive, on passe à l'étape (u) où il est admis qu'il n'existe pas de position de mise au point, après quoi, dans une étape (v), il est commandé d'afficher cette indication. Alors, le traitement prend fin.

Il reste maintenant à décrire l'étape (w) à laquelle

15 il a été fait allusion ci-dessus. Dans cette étape, est effectué le calcul de  $M$  par la formule :

$$M = (P-1)+F(P-1)/[F(P-1)+F(P)].$$

On saute alors l'étape (x) pour aller directement à l'étape (y) où  $V_{out}$  est calculé par la formule :

20  $V_{out} = K \times M,$

où la constante  $K$  peut être obtenue théoriquement ou empiriquement. L'étape (x) à laquelle on arrive en cas de réponse positive à l'interrogation (s) consiste à calculer  $M$  par une autre formule :

$$M = (P+1)+F(P+1)/[F(P+1)+F(P)].$$

- 25 Après l'étape (x), est effectuée l'étape (y), puis une étape (z) commandant un moteur d'entraînement de l'objectif photographique et affichant l'autorisation de prendre une photographie. Après l'étape (z), le traitement prend fin.

Comme cela apparaît avec évidence dans la description donnée ci-dessus, avec le procédé et l'appareil de détection de mise au point selon l'invention, on voit qu'il est utilisé un système optique simple à mettre en oeuvre qui fait appel au principe de la coïncidence d'une image dédoublée et que, immédiatement après que la détection de mise au point a été effectuée selon le procédé de calcul de l'invention, alors que l'appareil photographique est tourné vers l'objet, il peut être obtenu un sens et une distance de déplacement jusqu'à la position de mise au point. Par conséquent, il est possible de mettre au point l'appareil photographique sur un objet rapidement mobile qu'un dispositif faisant appel au procédé de détection de la technique antérieure ne pourrait suivre. Ainsi, un appareil photographique utilisant l'invention peut être mis au point sur une grande variété d'objets, qu'ils soient fixes ou mobiles.

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir du procédé et du dispositif dont la description vient d'être donnée à titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif de mise au point automatique pour appareil de prise de vues, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen (8 à 13) permettant de déterminer la distance et le sens de déplacement jusqu'à une position de mise au point d'un objectif de mise au point pendant que ce dernier est fixe, et un moyen (14) permettant de déplacer l'objectif de mise au point directement jusqu'à la position de mise au point en réponse à un signal de sortie dudit moyen de détermination de la distance et du sens.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit moyen de détermination de la distance et du sens comprend un premier et un deuxième groupe de capteurs (8, 9), un moyen (2 à 7) permettant de projeter des images d'un objet transmises à travers l'objectif de mise au point sur le premier et le deuxième groupe de capteurs, et un moyen (3) permettant de déplacer au moins l'une des images projetées sur les groupes de capteurs.

3. Dispositif de mise au point automatique pour appareil de prise de vue, caractérisé en ce qu'il comprend :

  - un premier et un deuxième groupe de capteurs (8, 9) ;
  - un moyen (2 à 5) permettant de projeter des images d'un objet transmises à travers un objectif de mise au point (6, 7) sur le premier et le deuxième groupe de capteurs ;
  - un moyen (3) permettant de déplacer au moins l'une desdites images projetées sur les groupes de capteurs ;
  - un moyen (11) qui transforme les signaux de sortie desdits premier et deuxième groupes de capteurs en signaux numériques ;
  - un moyen (12) qui mémorise lesdits signaux numériques ;
  - un moyen de calcul (13) qui détermine successivement 1) les valeurs successives de :
$$F = \sum_{k=1}^{n-1} |i_k - j_{k+1}| \times \beta_0 - \sum_{k=1}^{n-1-p} |i_{k-1-p} - j_k| \times \beta_{p+2},$$

pour les valeurs successives de  $p$  dans le cas des valeurs positives de  $F$ , et de :

$$F = \sum_{k=1}^{n-1} |j_k - i_{k+1}| \times \beta_0 - \sum_{k=1}^{n-1-p} |j_{k-1-p} - i_k| \times \beta_{2+p},$$

pour les valeurs successives de  $p$  dans le cas de valeurs négatives de  $F$ , où  $i_k$  est la valeur d'un des signaux numériques correspondant à des capteurs dudit premier groupe de capteurs,  $j_k$  est la valeur d'un des signaux numériques correspondant à des capteurs du deuxième groupe de capteurs,  $k$  indiquant les positions des capteurs à l'intérieur desdits groupes,  $n$  est le nombre de capteurs dans chaque groupe,  $p$  est égal à  $-1, 0, 1, 2, \dots, P$ ,  $P$  étant un entier inférieur à  $n$ ,  $\beta_0 = A_0/(n-1)$ , et  $\beta_p = A_0/(n+1-p)$ ,  $A_0$  étant une constante pré-déterminée;

2) les valeurs de  $F=F_S$  et  $F=F_{S+1}$  qui sont les valeurs de  $F$  respectivement avant et après un changement de signe de  $F$  pour des valeurs adjacentes de  $p$ ; et

3) une valeur de  $M=S+F_S/(F_S-F_{S+1})$ , où  $S$  correspond à une amplitude de déplacement d'image d'une position antérieure à une position correspondant à la valeur de  $p$  précédant ledit changement de signe de  $F$ ; et

20 un moyen (14) permettant de déplacer l'objectif directement de ladite position antérieure à une position de mise au point déterminée en fonction de la valeur de  $M$ .

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit moyen déplaçant l'objectif déplace celui-ci linéairement en réponse à ladite valeur de  $M$ .

25 5. Dispositif selon la revendication 3, où  $P$  est notamment inférieur à  $n$ .

6. Procédé de mise au point automatique d'un appareil de prise de vues comportant un objectif de mise au point (6, 7), un premier 30 et un deuxième groupe de capteurs (8, 9), un moyen (2 à 5) permettant de projeter des images d'un objet transmises à travers ledit objectif de mise au point sur le premier et le deuxième groupe de capteurs, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les opérations consistant à :

convertir les signaux de sortie du premier et du deuxième groupe de capteurs en signaux numériques; mémoriser lesdits signaux numériques; déterminer les valeurs successives de :

$$5 \quad F = \sum_{k=1}^{n-1} |i_k - j_{k+1}| \times \beta_0 - \sum_{k=1}^{n-1-p} |i_{k-1-p} - j_k| \times \beta_{p+2}$$

pour des valeurs successives de  $p$  dans le cas de valeurs positives de  $F$ , et

$$F = \sum_{k=1}^{n-1} |j_k - i_{k+1}| \times \beta_0 - \sum_{k=1}^{n-1-p} |j_{k-1-p} - i_k| \times \beta_{2+p}$$

pour les valeurs successives de  $p$  dans le cas de valeurs négatives de  $F$ , où  $i_k$  est la valeur de l'un des signaux numériques correspondant à des capteurs du premier groupe de capteurs,  $j_k$  est la valeur de l'un des signaux numériques correspondant à des capteurs du deuxième groupe de capteurs, tandis que  $k$  indique les positions des capteurs à l'intérieur desdits groupes de capteurs,  $n$  est le nombre de capteurs dans chaque groupe,  $p$  est égal à l'une des valeurs -1, 0, 1, 2, ...  $P$  et  $P$  est un entier inférieur à  $n$ ,  $\beta_0 = A_0/(n-1)$ , et  $\beta_p = A_0/(n+1-p)$ ,  $A_0$  étant une constante préterminée;

10 déterminer les valeurs de  $F=F_S$  et  $F=F_{S+1}$  qui sont les valeurs respectives de  $F$  avant et après un changement de signe de  $F$  pour des valeurs adjacentes de  $p$ ;

15 déterminer la valeur de  $M=S+F_S/(F_S-F_{S+1})$ , où  $S$  correspond à une amplitude de déplacement d'image, à partir d'une position antérieure, jusqu'à la position correspondant à la valeur de  $p$  qui se trouve juste avant ledit changement de signe de  $F$ ; et

20 positionner ledit objectif en fonction de ladite valeur de  $M$ .

25 7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit positionnement s'effectue linéairement par rapport à  $M$ .

30 8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que  $P$  est notablement inférieur à  $n$ .

1/H

FIG. 1

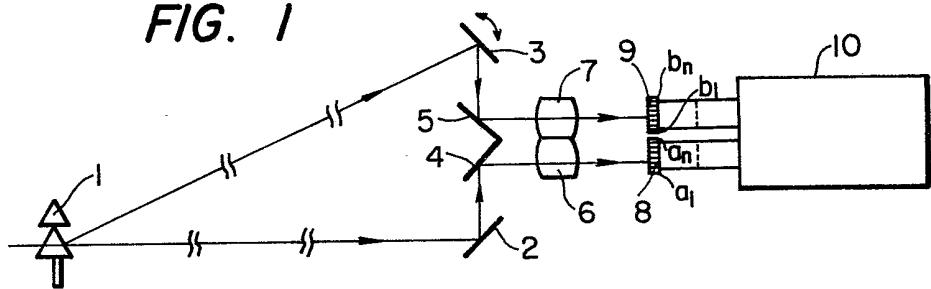


FIG. 2

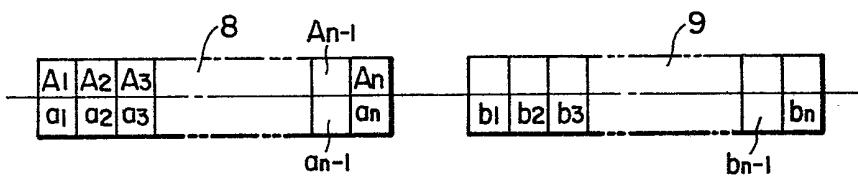


FIG. 3A

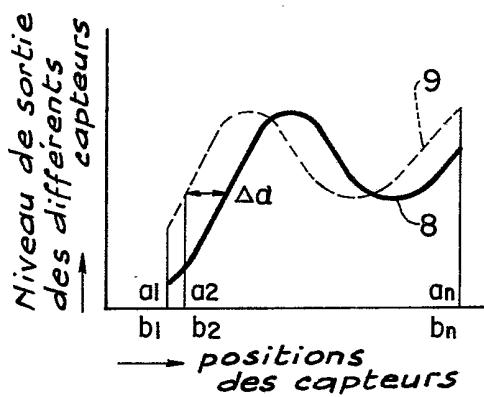


FIG. 3B

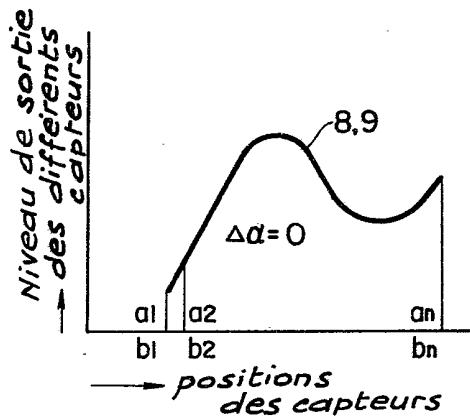
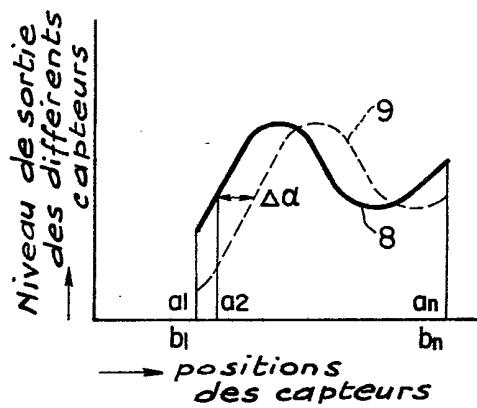


FIG. 3C



2/H

FIG. 4A

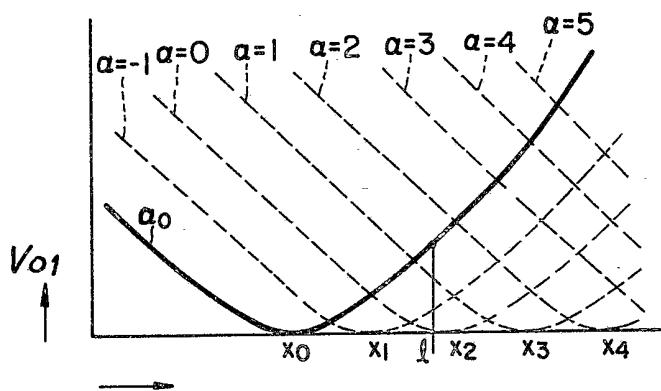


FIG. 4B

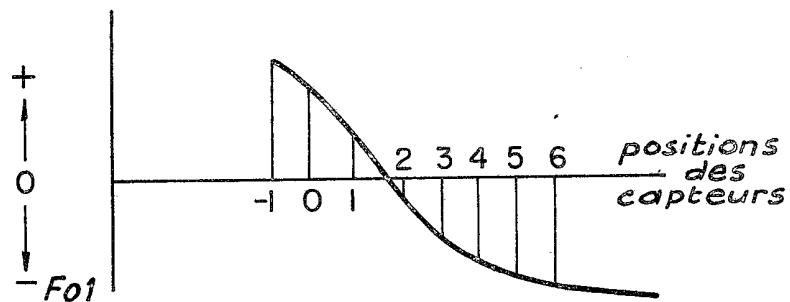
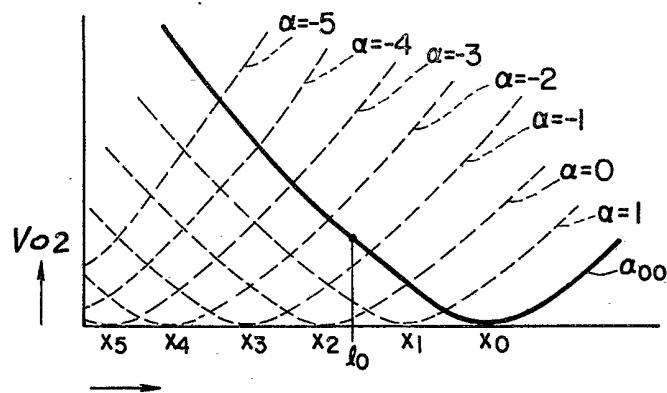


FIG. 4C



2472766

3/4

FIG. 4D

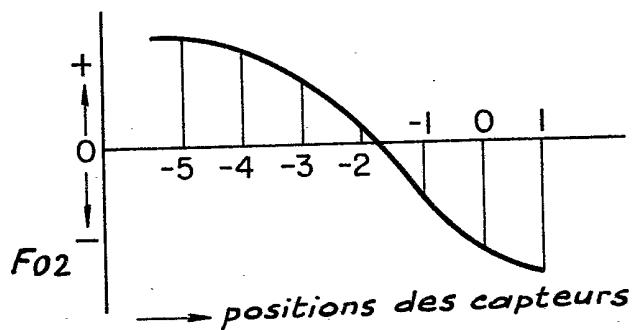


FIG. 4E

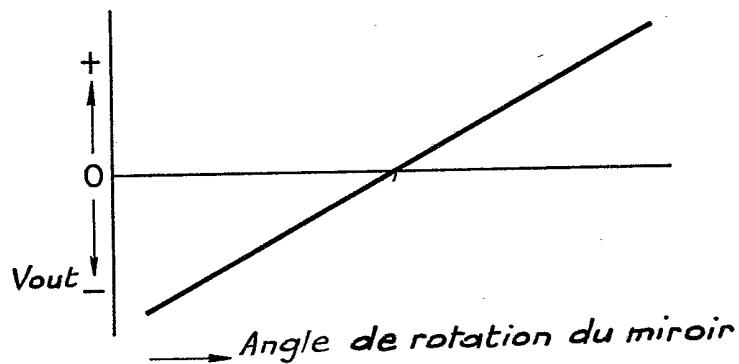
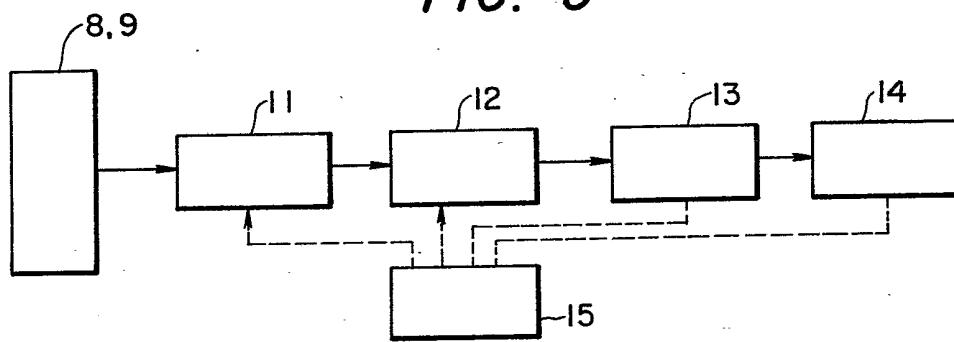


FIG. 5



414

Fig. 6

