

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 16726**

---

(54) Dispositif d'interprétation métrologique des images fournies par une caméra vidéo pour la régulation des rives d'une bande.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). H 04 N 7/02; B 65 H 25/00.

(22) Date de dépôt..... 2 septembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 2 septembre 1980, n° P 30 32 950.1.

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 9 du 5-3-1982.

---

(71) Déposant : Société dite : ELEKTRO-MECHANIK GMBH, résidant en RFA.

(72) Invention de : Hermann Klein, Ludwig Menzel et Peter Pelweckj.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

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

La présente invention concerne un dispositif pour l'interprétation d'images opto-électroniques, destiné à la régulation du déplacement d'un matériau en bande, et dans lequel la position de la bande est déterminée par une caméra vidéo, sous forme d'une discontinuité de contraste, à l'aide de la production continue de l'image d'une rive de la bande ou d'une droite repère, avec pour l'interprétation une analyse ligne par ligne de chaque image, comptage des points de chaque ligne de l'image jusqu'à la discontinuité de contraste choisie, par un comptage de points d'image, puis conversion par un convertisseur numérique-analogique en un signal de sortie analogique, servant à produire une instruction de positionnement qui commande mécaniquement le retour de la bande dans sa position de consigne.

Les régulateurs de déplacement de bande connus sont des boucles de régulation fermées, dans lesquelles la position instantanée des rives de la bande de matériau à guider est mesurée et par suite déterminée par des organes généralement sans contact. On utilise par exemple pour ce faire des barrières lumineuses de mesure, des émetteurs inductifs de données de mesure ou des capteurs pneumatiques.

"VDI-Nachrichten" n° 23, 1980, décrit également des applications dans lesquelles la rive et la position de bande sont observées et surveillées sur un moniteur, à l'aide d'une caméra de télévision ou vidéo, un signal vidéo étant produit et utilisé simultanément pour la détermination métrologique de la rive de bande. Ces applications concernent par exemple des bandes d'acier ou d'acier fin qui se déplacent à vitesse élevée dans un four de recuit, où la température de bande peut dépasser 1000°C et une réserve importante de bande est possible. Les applications exigent une technique particulière de détermination métrologique sans contact des rives de la bande pour son guidage en position médiane. Cette détermination s'effectue à travers une fenêtre d'observation résistant à la chaleur, à l'aide de deux caméras de télévision industrielle montée symétriquement par rapport à l'axe de l'installation, avec un refroidissement par air de l'entrée de câble et de l'optique frontale des caméras, ainsi que du dispositif d'éclairage nécessaire.

Le problème posé par la détermination optique de la position de

la bande consiste à assurer un contraste clair-sombre suffisant (discontinuité de contraste) sur les rives de la bande, sur toute la plage de température d'environ 20 °C à plus de 1000 °C sur la bande et le garnissage du four; ce résultat est obtenu par des dispositions de la technique particulière précitée, et notamment par un éclairage séparé  
5 de la bande dans le champ des caméras.

Dans une caméra vidéo, le contenu de l'image optique projetée par l'optique frontale dans le plan du convertisseur d'image est décomposé en une trame de points, avec analyse électronique des lignes  
10 de points successives et production d'une image opto-électronique. Le contenu de l'image est simultanément tracé sur le moniteur correspondant, au synchronisme avec l'analyse ligne par ligne.

La détermination optique de la position de la bande à l'aide de caméras vidéo et l'interprétation des images opto-électroniques peuvent par principe s'effectuer de deux façons différentes.  
15

1. Une caméra vidéo détermine la bande mobile sur toute sa largeur, c'est-à-dire avec les deux rives. L'interprétation de la position des deux rives de la bande sur l'image ainsi obtenue produit un signal de sortie électrique, proportionnel à la  
20 position médiane.
2. Deux caméras vidéo, montées symétriquement par rapport à l'axe de l'installation, déterminent séparément les deux rives de la bande mobile, et les deux images opto-électroniques ainsi  
25 obtenues sont interprétées chacune par un dispositif présentant les caractéristiques précitées.

Les deux caméras analysent ligne par ligne les contenus d'image en sens contraire. Les deux signaux de sortie électriques fournis par l'interprétation sont proportionnels à la distance entre la position de la rive et l'origine de mesure, et la différence de ces deux  
30 signaux est proportionnelle à la position de l'axe de la bande. Le nombre des points d'image est compté pendant l'analyse de chaque ligne de l'image, du début de la ligne à une discontinuité de contraste, puis converti par un convertisseur numérique-analogique en un signal analogique, ou la position de la discontinuité de contraste est  
35 déterminée par une intégration.

Des contrastes clair-sombre ou de couleur trop faibles peuvent toutefois apparaître sur les rives de la bande, en particulier dans les fours à recuire à passage continu, et ne plus être décelés dans le convertisseur d'image de la caméra vidéo, de sorte qu'il en

5 résulte des mesures erronées, qui faussent l'interprétation. Lorsqu'aucune discontinuité de contraste n'est décelée par exemple sur quelques lignes des images, le signal de sortie d'interprétation de l'image signifie pendant ce temps que la partie de la bande visible par la caméra est totalement masquée, que la bande n'est pas visible

10 pendant ce temps ou qu'il n'y a pas de bande. Lorsque par ailleurs des discontinuités de contraste sont décelées sur quelques lignes des images, à des emplacements erronés de la bande, par suite d'un écrasement ou de réflexions, le signal de sortie correspondant signifie par contre que la rive de bande ne se déplace pas linéairement pendant le temps considéré, c'est-à-dire par exemple qu'une partie est fissurée ou, quand l'encrassement d'une plus grande longueur est la cause du phénomène, que le déplacement de la bande se décale dans le champ de visée.

C'est pourquoi les dispositifs d'interprétation connus, qui présentent les caractéristiques et le fonctionnement précités, ne permettent pas de distinguer les événements ou perturbations précités de perturbations effectives du déplacement de la bande, de façon fiable tout au moins. L'invention a donc pour objet un dispositif d'interprétation du type précédemment décrit, dont le signal de sortie n'est pas

25 influencé par l'absence de discontinuités de contraste ou de transitions sur les images, par des contrastes erronés dus à un encrassement dans le champ de visée ou par des taches situées sur le tube de prise de vue ou sur l'optique frontale de la caméra vidéo et ne s'étendant pas sur un nombre élevé de lignes des trames.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, un second compteur est utilisé comme compteur de sortie du dispositif et sert de mémoire, dont le contenu est le nombre de points d'image correspondant à la position de la bande déterminée jusqu'à l'instant considéré, et dont l'entrée est connectée par un compteur d'entrée, comportant

35 deux sorties reliées aux entrées du compteur de sortie et deux entrées,

à un comparateur numérique comportant trois sorties, dont la première est reliée à la première entrée et la seconde à la seconde entrée du compteur d'entrée; le comparateur numérique et le compteur d'entrée sont réalisés de façon que le compteur d'entrée compte ou décompte un pas lorsque le nombre de points d'image compté jusqu'à une discontinuité de contraste est inférieur ou supérieur au nombre mémorisé dans le compteur de sortie; et les sorties du compteur d'entrée délivrent un signal faisant varier de plus ou moins 1 le contenu du second compteur et ramenant le signal d'entrée à l'état initial quand le contenu du second compteur atteint, par addition algébrique de ses signaux d'entrée, une valeur présélectionnée.

De nombreuses applications imposent des conditions moins sévères que celles précédemment indiquées. L'emploi d'un compteur d'entrée peut être supprimé dans ce cas. Selon une autre caractéristique de l'invention, un second compteur est utilisé comme compteur de sortie du dispositif et sert de mémoire, dont le contenu est le nombre de points d'image et correspond à la position de la bande déterminée jusqu'à l'instant considéré, et dont l'entrée est connectée à un comparateur numérique comportant trois sorties, dont deux sont reliées aux entrées du second compteur; et le comparateur numérique et le second compteur sont réalisés de façon qu'un signal faisant varier le contenu de plus ou moins 1 est appliqué aux entrées du compteur de sortie lorsque le nombre A des points d'image compté jusqu'à une discontinuité de contraste sur une ligne de l'image est inférieur ou supérieur au nombre B mémorisé dans ledit compteur de sortie.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la troisième sortie du comparateur numérique est reliée à une entrée d'un compteur de surveillance, qui compte les lignes de l'image et comporte deux entrées et une sortie; et la sortie du comparateur numérique délivre un signal à la première entrée du compteur de surveillance quand le nombre A compté jusqu'à une discontinuité de contraste sur les lignes d'une image n'est que légèrement inférieur ou supérieur au nombre B mémorisé, le compteur de surveillance délivrant un signal traduit comme une alarme de dérangement uniquement quand le nombre desdites lignes est inférieur à un nombre minimal présélectionné, introduit par un moyen

sur la seconde entrée.

L'invention concerne également un dispositif du type précité, dans lequel l'interprétation d'images opto-électroniques utilise des moyens analogiques et non plus numériques, de sorte que l'emploi  
5 d'un convertisseur numérique-analogique n'est plus nécessaire. Dans ce dispositif, chaque image est de nouveau analysée ligne par ligne pour l'interprétation et, sur chaque ligne d'image, un intégrateur analogique est lancé au début de la ligne, puis arrêté quand la discontinuité de contraste est décelée, de sorte qu'un signal de sortie  
10 analogique est délivré pour produire une instruction de positionnement, qui commande mécaniquement le retour de la bande dans sa position de consigne.

L'invention répond ainsi également à l'objectif précédemment décrit, avec la différence qu'il s'agit de réaliser un dispositif  
15 d'interprétation présentant les caractéristiques précitées et utilisant des moyens analogiques, agencés de façon que leur signal de sortie n'est pas influencé par l'absence de discontinuités de contraste ou par des contrastes erronés sur les images, dans la mesure où les conditions imposées de réjection des perturbations sont moins sévères  
20 que celles précédemment indiquées.

Selon une autre caractéristique de l'invention, un second intégrateur est utilisé comme mémoire de sortie du dispositif, avec une tension analogique correspondant à la position de la bande déterminée jusqu'à l'instant considéré, et dont l'entrée est connectée à un  
25 comparateur analogique, comportant trois sorties, dont deux sont reliées aux entrées de la mémoire de sortie; et le comparateur analogique est réalisé de façon qu'une sortie délivre une faible tension, afin d'augmenter la tension de sortie de la mémoire pendant le temps de balayage d'une ligne, quand la tension de sortie de l'intégrateur analogique est, à l'instant de la discontinuité de contraste, supérieure à la tension de la mémoire, et que la seconde sortie délivre  
30 une tension de polarité opposée, agissant dans le sens contraire, quand la tension de l'intégrateur analogique est, à l'instant de la discontinuité de contraste, inférieure à la tension de la mémoire.

35 Le montage complet d'interprétation, correspondant à la pre-

mière et à la troisième caractéristique précitées, présente une capacité importante de distinction entre les perturbations du déroulement de la bande, et notamment des variations de position de la bande, et les discontinuités de contraste manquantes ou trop faibles sur les  
5 lignes des trames, ou les contrastes erronés précités, ainsi que d'interdiction de la délivrance d'information erronée sur la position de la bande.

L'interprétation demeure suffisamment fiable, même quand  
90 % au maximum des lignes à interpréter ne présentent aucune discontinuité de contraste.  
10

Pendant l'interprétation, le compteur d'entrée assume la fonction de formation de la moyenne de l'information de ligne en ce sens que le contenu du compteur de sortie est modifié d'un pas en plus ou en moins par le compteur d'entrée uniquement quand la réception d'une  
15 série d'informations de ligne  $A > B$  et/ou  $A < B$  a fait compter ou décompter par ce dernier le nombre présélectionné de pas unitaires, qui sont additionnés algébriquement. Ce nombre est par exemple de 8 en cas d'emploi d'un compteur d'entrée à trois bits. La formation de la moyenne interdit une variation du contenu B du compteur de sortie lors  
20 de la détection de discontinuités de contraste en des "points erronés" des lignes de l'image. Le contenu du compteur de sortie ne varie que de quelques pas quand de telles informations de ligne erronées perturbent une trame complète. La dynamique de régulation de la position de bande n'est pas réduite, malgré cette forte réjection des perturbations.  
25

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à l'aide de la description détaillée ci-dessous d'un exemple de réalisation du dispositif pour l'interprétation d'images  
30 opto-électroniques et de la figure unique, qui représente le schéma synoptique, comportant les éléments du dispositif et leurs connexions, sous forme de lignes d'action en tireté.

L'emploi d'une caméra vidéo 1 comme convertisseur opto-électronique, avec un moyen 1a de détermination des discontinuités de contraste, est connu. A partir des points balayés de l'image  
35 optique, ce moyen délivre des impulsions de tension à un compteur

2 de points d'image. Ce compteur 2 compte sur chaque ligne d'une image opto-électronique, constituée par une séquence des impulsions de tension précitées, le nombre A de points d'image depuis le début de la ligne jusqu'à la détection de la discontinuité de contraste. Le nombre  
5 A est comparé au contenu B d'un second compteur 3, que le compteur de sortie du dispositif forme à l'aide d'un comparateur numérique 4, car le nombre A et le nombre B sont des grandeurs numériques. Le nombre B mémorisé fixe, pour chaque ligne d'image, la position de consigne d'une rive de bande par un ajustement préalable du compteur 3; B =  
10 128 points d'image par exemple quand les lignes des images opto-électroniques sont décomposées chacune en 256 points. Le contenu B est transmis de la sortie du compteur 3 à un convertisseur numérique-analogique 5, puis converti en un signal électrique analogique, traité pour fournir une instruction de positionnement qui commande mécaniquement la position de la bande.  
15

Les conditions précédemment indiquées sont satisfaites par l'emploi selon l'invention d'un comparateur numérique 4, qui comporte trois sorties 41, 42, 43 dont les fonctions ont été précédemment décrites, et par l'emploi supplémentaire d'un compteur d'entrée 6,  
20 qui comporte deux sorties 63, 64 reliées au compteur de sortie 3 et deux entrées 61, 62 reliées aux sorties 41, 42 du comparateur 4. Les informations de ligne  $A > B$  sont appliquées à l'entrée 61 et les informations  $A < B$  à l'entrée 62. La sortie 43 du comparateur 4 délivre un signal d'information à chaque ligne de l'image pour laquelle  $A \sim B$ .  
25 Ces signaux sont comptés par un compteur 7 en aval (compteur de surveillance), qui compte les lignes d'image.

Un signal de dérangement est par exemple délivré à la sortie quand l'information  $A \sim B$  n'est pas valide pour un nombre minimal pré-sélectionné de lignes. La présélection est effectuée par un commutateur  
30 7a, commandé par une seconde entrée 72 du compteur 7.

Un dispositif selon la seconde caractéristique précitée de l'invention ne comporte pas de compteur d'entrée 6 pour l'interprétation d'images opto-électroniques. Le comparateur numérique 4 ne comporte, quand le compteur de surveillance 7 est le cas échéant supprimé  
35 aussi, que deux sorties 41 et 42, reliées directement aux deux entrées



31 et 32 du compteur de sortie 3.

Dans un dispositif selon la quatrième revendication de l'invention pour l'interprétation d'images opto-électroniques, un comparateur analogique 4 et un second intégrateur analogique 3, servant de mémoire, sont reliés de la même façon; le second intégrateur 3 délivre un signal analogique qui peut être traité directement, c'est-à-dire sans utilisation d'un convertisseur 5, pour obtenir une instruction de positionnement qui commande mécaniquement la position de la bande. Un tel dispositif comporte en outre un intégrateur analogique 2, dont l'entrée est influencée par la détermination de la discontinuité de contraste pendant l'analyse ligne par ligne des images opto-électroniques, et dont la sortie est reliée à une des deux entrées du comparateur 4, dont la seconde entrée est reliée à la sortie de l'intégrateur 3. Ces éléments 2, 3 et 4 sont ainsi interconnectés de la même façon que les éléments équivalents des dispositifs d'interprétation numériques précédemment décrits.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art au principe et aux dispositifs qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs, sans sortir du cadre de l'invention.

## Revendications

1. Dispositif pour l'interprétation d'images opto-électroniques, destiné à la régulation du déplacement d'un matériau en bande et dans lequel la position de la bande est déterminée par une caméra vidéo, sous forme d'une discontinuité de contraste, à l'aide de la production continue de l'image d'une rive de la bande ou d'une droite repère, avec pour l'interprétation une analyse ligne par ligne de chaque image, comptage des points de chaque ligne de l'image jusqu'à la discontinuité de contraste choisie, par un compteur de points d'image, puis conversion par un convertisseur numérique-analogique en un signal de sortie analogique, servant à produire une instruction de positionnement qui commande mécaniquement le retour de la bande dans sa position de consigne, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'un second compteur (3) est utilisé comme compteur de sortie du dispositif et sert de mémoire, dont le contenu (B) est le nombre de points d'image correspondant à la position de la bande déterminée jusqu'à l'instant considéré, et dont l'entrée est connectée par un compteur d'entrée (6), comportant deux sorties (63, 64) reliées aux entrées du compteur de sortie (3) et deux entrées (61, 62), à un compteur numérique (4) comportant trois sorties (41, 42, 43), dont la première (41) est reliée à la première entrée (61) et la seconde (42) à la seconde entrée (62) du compteur d'entrée; le comparateur numérique et le compteur d'entrée sont réalisés de façon que le compteur d'entrée (6) compte ou décompte un pas lorsque le nombre (A) de points d'image compté jusqu'à une discontinuité de contraste est inférieur ou supérieur au nombre (B) mémorisé dans le compteur de sortie (3); et les sorties (63, 64) du compteur d'entrée délivrent un signal faisant varier de plus ou moins 1 le contenu du second compteur (3) et ramenant le signal d'entrée à l'état initial quand le contenu dudit compteur (3) atteint, par addition agébrique de ses signaux d'entrée, une valeur présélectionnée.
2. Dispositif selon revendication 1, caractérisé en ce qu'un second compteur est utilisé comme compteur de sortie du dispositif et sert de mémoire, dont le contenu (B) est le nombre de points d'image correspondant à la position de la bande déterminée jusqu'à l'instant

- considéré, et dont l'entrée est connectée à un comparateur numérique (4) comportant trois sorties (41, 42, 43), dont deux (41, 42) sont reliées aux entrées (31, 32) du second compteur; et le comparateur numérique et le second compteur (3) sont réalisés de façon qu'un
- 5 signal faisant varier le contenu de plus ou moins 1 est appliqué aux entrées (31, 32) du compteur de sortie (3) lorsque le nombre (A) des points d'image comptés sur une ligne de l'image jusqu'à une discontinuité de contraste est inférieur ou supérieur au nombre (B) mémorisé dans ledit compteur (3).
- 10 3. Dispositif selon une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la troisième sortie (43) du comparateur numérique (4) est reliée à une entrée (71) d'un compteur de surveillance (7), qui compte les lignes de l'image et comporte deux entrées (71, 72) et une sortie (73); et la sortie (43) du comparateur numérique délivre un signal
- 15 à la première entrée (71) quand le nombre (A) de points d'image comptés sur les lignes d'une image jusqu'à une discontinuité de contraste n'est que légèrement inférieur ou supérieur au nombre (B) mémorisé, le compteur de surveillance délivrant un signal traduit comme une alarme de dérangement uniquement quand le nombre desdites lignes est inférieur
- 20 à un nombre minimal présélectionné, introduit par un moyen (7a) sur la seconde entrée (72).
4. Dispositif pour l'interprétation d'images opto-électroniques, destiné à la régulation du déplacement d'un matériau en bande et dans lequel la position de la bande est déterminée par une caméra vidéo,
- 25 sous forme d'une discontinuité de contraste, à l'aide de la production continue de l'image d'une rive de la bande ou d'une droite repère, avec pour l'interprétation une analyse ligne par ligne de chaque image et, sur chaque ligne, lancement d'un intégrateur analogique au début de la ligne et arrêt lors de la discontinuité de contraste, de
- 30 sortie qu'un signal de sortie analogique est produit et sert à la former une instruction de positionnement qui commande mécaniquement le retour de la bande dans sa position de consigne, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'un second intégrateur (3) est utilisé comme
- mémoire de sortie du dispositif avec une tension analogique correspondant à la position de la bande déterminée jusqu'à l'instant considéré,
- 35

et dont l'entrée est connectée à un comparateur analogique (4), comportant trois sorties (41, 42, 43), dont deux (41, 42) sont reliées aux entrées (31, 32) de la mémoire de sortie; et le comparateur analogique est réalisé de façon que la sortie (41) délivre une tension afin

5 d'augmenter la tension de sortie de la mémoire (3) pendant le temps de balayage d'une ligne, quand la tension de sortie de l'intégrateur analogique (2) est, à l'instant de la discontinuité de contraste, supérieure à la tension de la mémoire (3), et que la sortie (42)

10 délivre une tension de polarité opposée, agissant dans le sens contraire, quand la tension de l'intégrateur analogique (2) est, à l'instant de la discontinuité de contraste, inférieure à la tension de la mémoire (3).

