

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 497 572

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 00090**

(54) Pyromètre de couleur.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). **G 01 J 5/10.**

(22) Date de dépôt..... 6 janvier 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° 27 du 9-7-1982.

(71) Déposant : EGOROV Dmitry Evgenievich et NEGRUTSAK Vladimir Tikhonovich, résidant en
URSS.

(72) Invention de : Dmitry Evgenievich Egorov et Vladimir Tikhonovich Negrutsak.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

PYROMETRE DE COULEUR

La présente invention concerne les appareils pour mesurer la température d'un objet chauffé et plus particulièrement les pyromètres de couleur.

5 L'invention peut être utilisée dans la mise au point d'appareils servant à la mesure sans contact de la température d'objets chauffés et optiquement rayonnants, effectuée à des vitesses importantes tant en vue d'études scientifiques de phénomènes de courte durée que 10 pour exécuter des procédés technologiques à évolution rapide à l'échelle industrielle, tels que le laminage rapide des métaux à froid ou à chaud ou bien le soudage à vitesse élevée.

15 On connaît bien des appareils pour mesurer la température de couleur d'un objet chauffé et rayonnant dans la bande optique, c'est-à-dire la température à laquelle le corps noir et l'objet rayonnant à étudier présentent une même couleur, en déterminant le rapport 20 des quantités d'énergie du rayonnement émis par cet objet dans deux gammes d'ondes différentes par la voie photoélectrique. Dans ce procédé, appelé "procédé de mesure de la température d'après le rapport spectral", l'intensité de rayonnement de l'objet rayonnant examiné est réglée par un dispositif atténuateur approprié, par exemple un diaphragme à iris agissant d'une façon substantiellement égale sur les deux gammes d'ondes sélectionnées, de telle sorte que l'énergie émise par l'objet dans l'une des gammes d'ondes de rayonnement subissant l'atténuation présente une valeur prédéterminée 25 alors que l'énergie émise par l'objet dans une autre gamme d'ondes du rayonnement atténué fournit le rapport précité et, par conséquent, sert de mesure de la température de couleur de l'objet rayonnant en question.

30 L'un de ces pyromètres de couleur, utilisant la méthode de mesure du rapport des quantités d'énergie rayonnante de l'objet, qui est décrit dans le brevet Grande-Bretagne n° 1265417, comprend :
35 un système optique pour faire converger le rayonnement émis par l'objet à étudier en un flux lumineux étroit;

un organe réducteur ou atténuateur interposé sur le trajet de passage du flux lumineux et assurant son atténuation; un diviseur de lumière divisant dans l'espace le flux lumineux provenant de l'organe réducteur, en deux flux lumineux distincts comportant des gammes d'ondes différentes du rayonnement émis par l'objet à étudier; et des filtres optiques à bandes passante étroite pour la séparation des rayonnements de gammes d'ondes différentes à partir des flux lumineux distincts. Ce pyromètre de couleur est en outre équipé de deux récepteurs de rayonnement photoélectriques qui reçoivent les rayonnements de gammes d'ondes différentes séparés par les filtres optiques et fournissent des signaux électriques proportionnels à l'intensité de rayonnement dans lesdites gammes d'ondes. De plus, ce pyromètre de couleur comporte un canal réduisant le signal électrique, fourni par l'un des récepteurs de rayonnement photoélectriques et proportionnel à l'intensité de rayonnement dans l'une des gammes d'ondes, à une valeur prédéterminée, ledit canal comprenant un circuit comparateur muni d'une source de signal de référence et destiné à comparer le signal électrique mentionné plus haut avec le signal de référence, un amplificateur et une chaîne asservie associée au circuit comparateur et munie d'un moteur électrique pour actionner l'organe réducteur, ce moteur étant commandé par ledit amplificateur. Ce pyromètre comprend également un canal pour mesurer le signal électrique fourni par l'autre récepteur de rayonnement photoélectrique et proportionnel à l'intensité de rayonnement dans une autre gamme d'ondes, canal comportant un amplificateur de ce signal associé à un indicateur approprié, ledit signal étant indicatif de la température de couleur mesurée de l'objet.

Le pyromètre de couleur connu qui vient d'être décrit présente une faible vitesse de fonctionnement due à une inertie importante de la chaîne asservie, déterminée, à son tour, par les caractéristiques d'inertie du moteur électrique de commande et de l'or-

gane réducteur mécanique atténuant le flux lumineux commun avant sa division en flux distincts. Cette inertie de la chaîne asservie est à l'origine de l'apparition de faux signaux à la sortie du pyromètre de couleur, surgissant pendant des variations brusques de l'intensité de rayonnement émis par l'objet examiné ou juste après l'apparition de l'objet à étudier dans le champ de vision de l'appareil.

Il est à signaler en outre que ce pyromètre de couleur est d'une construction trop compliquée, compte tenu du fait qu'il comporte un organe réducteur mécanique commandé par une chaîne asservie avec des parties constitutives électromécaniques et la sûreté de fonctionnement de l'appareil s'en trouve abaissée.

Par ailleurs, si l'on veut obtenir une atténuation égale des gammes d'ondes de rayonnement différentes, ce qui est indispensable pour la haute précision des mesures, on doit nécessairement assurer un strict parallélisme entre les faisceaux du flux lumineux commun arrivant à l'organe réducteur et un strict parallélisme entre les axes des éléments du dispositif optique et les faisceaux de flux lumineux, ainsi qu'une uniformité suffisante de la densité du flux lumineux dans le plan de sa section transversale.

On connaît également un autre pyromètre de couleur (voir, par exemple, le brevet Grande-Bretagne

N° 1537619 , dans lequel, afin d'obtenir le rapport des quantités d'énergie rayonnante de l'objet dans les gammes d'ondes différentes avec la réduction de la quantité d'énergie rayonnante dans l'une des gammes d'ondes à une valeur prédéterminée, on effectue le réglage des signaux proportionnels à l'énergie rayonnante dans chacune des gammes d'ondes, ce qui assure une rapidité de fonctionnement accrue.

Ce pyromètre de couleur, qui est le plus proche, de par son idée technique, de celui faisant l'objet de la présente invention et considéré donc comme définissant l'art antérieur, comprend un dispositif optique pour faire con-

verger le rayonnement émis par l'objet examiné en un flux lumineux étroit, un diviseur de lumière destiné à diviser dans l'espace le flux lumineux provenant du dispositif optique, en flux lumineux distincts et à 5 séparer les rayonnements à gammes d'ondes différentes à partir de ces flux lumineux distincts, ainsi que des récepteurs de rayonnement photoélectriques recevant les rayonnements séparés à gammes d'ondes différentes et fournissant des signaux électriques proportionnels à 10 l'intensité de rayonnement dans lesdites gammes d'ondes. Ce pyromètre de couleur comporte en outre un canal de réduction du signal électrique fourni par l'un des récepteurs photoélectriques et proportionnel à l'intensité de rayonnement dans l'une des gammes d'ondes, à 15 une valeur prédéterminée, ce canal contenant, connectés en série, un dispositif d'adaptation dont l'entrée est reliée à la sortie du récepteur photoélectrique dernièrement nommé, un diviseur variable commandé du type électronique, un amplificateur et un circuit comparateur 20 l'une des entrées de commande est reliée à la sortie dudit amplificateur, l'autre entrée de commande étant reliée à une source de signal de référence et la sortie, à l'entrée de commande du diviseur variable commandé. De plus, le pyromètre de couleur en question comprend 25 une pluralité de canaux de mesure du signal électrique produit par l'autre récepteur photoélectrique et proportionnel à l'intensité de rayonnement dans une autre gamme d'onde, chacun de ces canaux étant équipé d'un dispositif d'adaptation dont l'entrée est reliée à la 30 sortie de ce récepteur photoélectrique, d'un diviseur variable commandé du type électronique dont l'entrée de commande est connectée à la sortie du circuit comparateur et d'un amplificateur, tous les trois connectés entre eux en série. Dans chacun des canaux de mesure est prévu un commutateur électronique branché en parallèle sur la sortie du dispositif d'adaptation du canal considéré et ayant son entrée de commande reliée à la 35 sortie du circuit comparateur par l'intermédiaire d'un

dispositif de retard composé d'un circuit à seuil et d'un élément intégrateur connectés en série.

Ledit commutateur électronique assure le blocage du canal de mesure pour le temps d'établissement du processus transitoire dans la chaîne asservie du canal de réduction laquelle comporte ludit diviseur variable, grâce à quoi on obtient une diminution du rebondissement du signal de sortie de ce canal en cas de variations très rapides de l'intensité de rayonnement émis par l'objet examiné, ainsi qu'une certaine amélioration de la qualité du processus transitoire. Cependant, un tel blocage du canal de mesure a pour effet que le temps d'établissement des signaux de sortie du canal de mesure en régime s'avère supérieur, de dizaines de fois, à celui constaté en régime de mesure de la température dans les limites de la gamme entière de mesures , assurée par le pyromètre. En d'autres termes, une telle solution ne permet pas d'utiliser pleinement la haute rapidité de fonctionnement réalisable en principe à l'aide du schéma de mesure purement électronique utilisé dans le pyromètre de couleur en question, d'où l'impossibilité d'employer ce dernier de façon efficace aux fins de la mesure de température de couleur au cours de certains processus à évolution particulièrement rapide.

La présente invention vise donc à mettre au point un pyromètre de couleur utilisant le procédé de mesure de la température d'après le rapport spectral et comportant des éléments électroniques destinés à régler le rapport indiqué, dans lequel pyromètre le canal de réduction est réalisé de façon à assurer, au cours du fonctionnement de l'appareil, le maintien automatique permanent de la chaîne asservie de ce canal en régime de rapidité de fonctionnement optimale quel que soit la variation du niveau de rayonnement émis par l'objet à examiner sur toute la gamme des valeurs des températures mesurées, en permettant ainsi d'élever la rapidité de fonctionnement du pyromètre de couleur pris

dans son ensemble.

A cet effet, on a conçu un pyromètre de couleur comprenant un dispositif optique pour faire converger le rayonnement émis par l'objet examiné en un flux lumineux étroit, un diviseur de lumière destiné à diviser dans l'espace le flux lumineux provenant du dit dispositif optique, en flux lumineux distincts et à séparer les rayonnements à gammes d'ondes différentes à partir desdits flux lumineux distincts, des récepteurs de rayonnement photoélectriques recevant les rayonnements séparés à gammes d'ondes différentes et fournissant des signaux électriques proportionnels à l'intensité de rayonnement dans lesdites gammes d'ondes, un canal de réduction du signal électrique, produit par l'un desdits récepteurs photoélectriques et proportionnel à l'intensité de rayonnement dans l'une des gammes d'ondes, à une valeur prédéterminée, ledit canal étant équipé d'un dispositif d'adaptation dont l'entrée est reliée à la sortie du récepteur photoélectrique précité, d'un diviseur variable commandé, d'un amplificateur et d'un circuit comparateur dont l'une des entrées de commande est reliée à la sortie dudit amplificateur, l'autre entrée de commande étant connectée à une source de signal de référence et la sortie à l'entrée de commande dudit diviseur variable commandé, tous les éléments mentionnés dudit canal de réduction étant reliés entre eux en série, ainsi qu'au moins un canal de mesure du signal électrique fourni par l'autre récepteur photoélectrique et proportionnel à l'intensité de rayonnement dans une autre gamme d'ondes, lequel canal comporte, connectés en série, un dispositif d'adaptation dont l'entrée est reliée à la sortie dudit autre récepteur photoélectrique, un diviseur variable commandé dont l'entrée de commande est connectée à la sortie dudit circuit comparateur, et un amplificateur terminal, ce pyromètre étant caractérisé, selon l'invention, en ce que dans ledit canal de réduction est introduite une source contrôlable de la tension variable de façon discontinue, dont la

sortie est reliée au diviseur variable commandé du canal de réduction et dont l'entrée de commande est connectée à la sortie d'un dispositif à seuil dont l'entrée est reliée, par l'intermédiaire du dispositif d'adaptation 5 faisant partie du canal de réduction, à la sortie du récepteur photoélectrique premièrement nommé.

L'introduction, dans le montage du pyromètre de couleur proposé, d'une source contrôlable de la tension variable de façon discontinue, couplée au diviseur 10 variable commandé du canal de réduction, permet de réduire très sensiblement la dépendance de la constante de temps de la chaîne asservie du pyromètre, chaîne qui comporte lesdits diviseurs variables, vis-à-vis du niveau des 15 signaux d'entrée en permettant ainsi d'accroître la rapidité de fonctionnement de l'appareil pris dans son ensemble.

Il est avantageux de faire comporter à ladite source de la tension variable de façon discontinue, un 20 générateur de tension relié au point milieu du diviseur variable commandé du canal de réduction à travers un diviseur de tension qui est réalisé avec emploi d'éléments résistifs et au point milieu duquel est connectée l'électrode de commutation d'un commutateur électronique 25 dont l'entrée de commande est branchée sur la sortie dudit dispositif à seuil.

Une telle réalisation de la source contrôlable de la tension variable de façon discontinue garantit la simplicité d'organisation du pyromètre de couleur et une haute sûreté de fonctionnement.

30 Les avantages précités du pyromètre proposé et d'autres encore, ainsi que les traits caractéristiques de la présente invention sont mis en évidence au cours de l'examen de la description détaillée qui suit d'exemples particuliers de réalisation pratique en 35 faisant référence aux dessins ci-annexés, dans les-quels:

La fig. 1 représente le schéma-bloc du pyromètre de couleur exécuté selon l'invention;

La fig. 2 représente le schéma illustrant un exemple de réalisation de la source contrôlable de la tension variable de façon discontinue.

Le pyromètre de couleur du type proposé, qui peut 5 être utilisé dans le laminage rapide des métaux à chaud afin de mesurer, par la technique sans contact, la température de la feuille à laminer, comprend une partie optique et une partie électrique. La partie optique comporte un dispositif optique sous forme de la lentille 1 10 (fig. 1) servant à faire converger le rayonnement 2 émis par l'objet 3 à examiner en un flux lumineux étroit. Un modulateur 4 du flux lumineux 2 constitué par un 15 générateur électromécanique comporte un élément 5 animé d'oscillations mécaniques et interposé sur le trajet de passage du flux lumineux 2 à partir de la lentille 1 vers un diviseur de lumière 6 muni de filtres optiques à bande passante étroite (non représentés). Le diviseur de lumière 6 est destiné à diviser dans l'espace le flux lumineux 2 en flux lumineux distincts comportant 20 des gammes d'ondes différentes du rayonnement de l'objet examiné. Dans ce pyromètre de couleur, le flux lumineux commun 2 peut être divisé en plusieurs flux lumineux distincts, le nombre de flux étant déterminé dans chaque cas particulier uniquement par les besoins d'exploitation. 25 Dans le but de simplification, on a représenté sur la fig. 1 un diviseur de lumière 6 qui assure la division du flux lumineux 2 en trois flux lumineux distincts 7, 8 et 9 arrivant à des récepteurs de rayonnement photoélectriques constitués notamment par les photodiodes 10, 11 30 et 12. semiconductrices désignées respectivement en 10, 11 et 12.

La partie électrique du pyromètre de couleur en question comprend des canaux 13 et 14 de mesure des signaux électriques fournis par les photodiodes 10 et 35 11 respectivement, ainsi qu'un canal 15 de réduction du signal électrique produit par la photodiode 12, à une valeur pré-déterminée. Les canaux de mesure 13 et 14 et leurs parties constitutives étant absolument identiques

et d'un fonctionnement analogue, lesdites parties constitutives seront par la suite désignées par les mêmes chiffres de référence et l'on n'étudiera qu'un seul canal de mesure, notamment le canal 14. Cependant, il
5 ne faut pas oublier que chacun des canaux de mesure 13 et 14 sert au traitement des signaux électriques proportionnels aux intensités des flux lumineux à gammes d'ondes différentes du rayonnement de l'objet à examiner.

10 Le canal de mesure 14 comporte un dispositif d'adaptation 16 destiné à adapter les paramètres électriques dynamiques de sortie de la photodiode 11, connectée sur l'entrée de ce dispositif d'adaptation, aux caractéristiques électriques d'un diviseur variable 17
15 constitué par une résistance fixe 18 et un élément résistif commandé 19 à entrée de commande, l'entrée dudit diviseur étant reliée à la sortie du dispositif d'adaptation 16. La sortie du diviseur variable 17 est reliée à l'entrée d'un amplificateur-démodulateur 20
20 dont la sortie est connectée sur l'entrée d'un dispositif normaliseur 21 dont la sortie est reliée aux bornes de sortie 22, 23 du pyromètre, sur lesquelles bornes peut être branché tout indicateur convenable tant de type analogique que digital (non représenté).

25 Le canal 15 de réduction du signal électrique produit par la photodiode 12 à une valeur prédéterminée comporte un dispositif d'adaptation 24 destiné à adapter les paramètres électriques dynamiques de sortie de la photodiode 12 aux caractéristiques électriques d'un diviseur variable 25 dont l'entrée est reliée à la
30 sortie dudit dispositif d'adaptation, ce diviseur étant constitué par une résistance fixe 26 et un élément résistif commandé 27 à entrée de commande. Ces dispositif d'adaptation 24 et diviseur variable 25 sont absolument identiques au dispositif d'adaptation 16 et au diviseur variable 17, respectivement, des canaux 13 et 14.

35 Il est à signaler que, dans un cas général, les

- 10 -

caractéristiques de réglage du facteur de transmission des éléments résistifs commandés 19, 27 utilisés dans les diviseurs variables 17, 25 des canaux de mesure 13, 14 et du canal de réduction 15 du pyromètre de couleur 5 faisant l'objet de la présente invention, doivent être maintenues substantiellement identiques. Pour cela, on pourrait utiliser, par exemple, des potentiomètres linéaires de précision ou bien des boîtes commutables de résistances, pourvus d'une commande appropriée.

10 Cependant, de tels potentiomètres et boîtes de résistances sont onéreux, relativement compliqués et d'un fonctionnement insuffisamment sûr; en outre, ils n'assurent pas la rapidité nécessaire de fonctionnement de l'appareil. Ici, on a utilisé dans le pyromètre de couleur 15 proposé des éléments résistifs commandés 19, 27 du type électronique en version intégrée qui permettent d'obtenir l'identité exacte desdits éléments et une haute rapidité de fonctionnement de l'appareil. Les éléments résistifs électroniques mentionnés peuvent être 20 constitués, par exemple, par des transistors bipolaires ou ceux à effet de champ.

La sortie du diviseur variable 25 du canal de réduction 15 est reliée à l'entrée d'un amplificateur-démodulateur 28 dont la sortie est reliée à l'entrée 29 d'un circuit comparateur 30. A l'autre entrée 31 dudit circuit comparateur 30 est raccordée une source 32 de signal de référence. La sortie du circuit comparateur 30 est reliée, par des résistances d'adaptation 33 et 34, aux entrées de commande des éléments résistifs commandés 19 25 et 27 des diviseurs variables 17 et 25, incorporés dans les canaux de mesure 13 et 14 et dans le canal de réduction 15, respectivement.

Le canal de réduction 15 comporte également une source 35 de la tension variable de façon discontinue, 35 la sortie de ladite source étant reliée au diviseur variable commandé 25 et son entrée de commande, à la sortie d'un dispositif à seuil 36. L'entrée de ce dernier est reliée à la sortie du dispositif d'adaptation 24.

- 11 -

En d'autres termes, l'entrée du dispositif à seuil 36 se trouve couplée, à travers le dispositif d'adaptation 24, à la sortie de la photodiode 12.

Un exemple particulier de réalisation de la source 5 35 de la tension variable de façon discontinue est illustré à l'aide du schéma de la fig. 2, sur lequel on voit que cette source comporte un générateur 37 d'une tension de compensation, dont le fonctionnement est synchronisé au moyen des signaux provenant du modulateur de lumière 4. La sortie dudit générateur 37 est raccordée, par l'intermédiaire d'un diviseur de tension 38, au point milieu du diviseur variable commandé 25. Ce diviseur 38 est constitué de résistances 39 et 40, son point milieu étant relié à l'électrode de commutation 15 d'un commutateur électronique 41 dont l'entrée de commande est connectée à la sortie du dispositif à seuil 36.

Le pyromètre de couleur proposé fonctionne de la manière suivante.

20 Le rayonnement émis par l'objet 3 à examiner est collecté par la lentille 1 en un flux lumineux étroit convergent 2 qui est modulé au moyen de l'élément oscillant 5 du modulateur de lumière 4 fonctionnant à une fréquence de l'ordre de 100 à 1000 Hz, après quoi il est 25 divisé dans l'espace et suivant le spectre, au moyen du diviseur de lumière 6, en flux lumineux distincts 7, 8 et 9 de sorte que le flux lumineux 9 comprend une gamme d'ondes du rayonnement de l'objet étudié et arrive à la photodiode 12, le flux lumineux 8 comprend une autre 30 gamme d'ondes de rayonnement de l'objet et passe vers la photodiode 11, et le flux lumineux 7 comprend une troisième gamme d'ondes du rayonnement de l'objet et attaque la photodiode 10, les gammes d'ondes utilisées pouvant se situer dans le domaine spectral infrarouge. Les 35 photodiodes 10, 11 et 12 produisent des signaux de courant alternatif ayant une fréquence égale à la fréquence utile du modulateur de lumière 4, les amplitudes des signaux fournis par ces photodiodes étant proportion-

nelles à l'intensité de rayonnement dans les gammes d'ondes différentes comprises dans les flux lumineux distincts respectifs 7, 8 et 9. La modulation du flux lumineux commun 2 est nécessaire pour réduire sensiblement 5 l'effet du courant d'obscurité des photodiodes 10, 11 et 12 sur la linéarité et la stabilité de la dépendance entre l'intensité des flux lumineux et l'amplitude des signaux électriques fournis par ces photodiodes.

Les signaux de courant alternatif produits par 10 la photodiode 11 sont introduits dans le canal de mesure 14 du pyromètre et acheminés vers l'entrée du dispositif d'adaptation 16 de ce canal. Les signaux prélevés sur la sortie du dispositif d'adaptation 16 sont transmis à l'entrée du diviseur variable 17 constitué 15 par la résistance fixe 18 et l'élément résistif commandé 19. Après division, les signaux de courant alternatif prélevés sur la sortie du diviseur variable 17 sont appliqués à l'entrée de l'amplificateur-démodulateur 20 qui transforme les signaux modulés présents à 20 son entrée en signaux de courant continu qui sont transmis à l'entrée du dispositif normaliseur 21. Les signaux de sortie du dispositif normaliseur 21 sont ensuite appliqués aux bornes de sortie 22, 23 du pyromètre. Le dispositif normaliseur 21 assure la transformation des 25 signaux de courant continu, porteurs de l'information sur la température de couleur dans les gammes d'ondes correspondantes du rayonnement de l'objet étudié, en signaux ayant une forme qui permettrait l'indication ultérieure de cette température au moyen d'un indicateur convenable à brancher sur les bornes de sortie 22, 23 du pyromètre de couleur. De la même manière, les 30 signaux de courant alternatif produits par la photodiode 10 traversent le canal de mesure 13 pour aboutir à ses bornes de sortie 22a et 23a.

Les signaux de courant alternatif produits par la 35 photodiode 12 sont introduits dans le canal 15 de réduction de ce signal à une valeur prédéterminée et passent vers l'entrée du dispositif d'adaptation 24 de ce canal.

Les signaux de sortie du dispositif d'adaptation 24 sont appliqués à l'entrée du diviseur variable 25 formé par la résistance fixe 26 et l'élément résistif commandé 27 et servant, tout comme le diviseur variable 17 dans 5 le canal de mesure 14, de moyen réducteur qui atténue les signaux électriques proportionnels à l'intensité de rayonnement de l'objet examiné dans la gamme d'ondes correspondante. Après la division dans le diviseur variable 25, les signaux de courant alternatif sont 10 acheminés vers l'entrée de l'amplificateur-démodulateur 28 qui effectue la démodulation des signaux modulés de courant alternatif appliqués à son entrée en les convertissant en signaux de courant continu. Le signal de courant continu prélevé sur la sortie de l'amplificateur-démodulateur 28 est appliqué à l'entrée 29 du 15 circuit comparateur 30 qui compare sa valeur avec celle du signal de référence appliqué à l'autre entrée 31 dudit circuit comparateur depuis la source 32 de signal de référence. Si l'amplitude du signal démodulé de 20 courant continu appliqué à l'entrée 29 du circuit comparateur 30 s'avère être supérieure à celle du signal de référence, appliqué à l'autre entrée 31 dudit circuit comparateur, il se produit à la sortie de ce dernier un signal de sortie différentiel qui est ensuite appliqué 25 aux diviseurs variables de tous les canaux.

Le signal de sortie du circuit comparateur 30 appliqué aux diviseurs variables 17 et 25 passe aux entrées de commande des éléments résistifs 19 et 27 par l'intermédiaire des résistances d'adaptation 33 et 34, 30 respectivement, et fait varier le facteur de transmission de tous les diviseurs d'une façon substantiellement identique jusqu'à ce que le signal de sortie de l'amplificateur-démodulateur 28 soit égal au signal de sortie de la source 32 de signal de référence, la disposition 35 étant telle que les signaux arrivant aux entrées de ces diviseurs depuis les dispositifs d'adaptation 16 et 24 sont atténués aux sorties des diviseurs d'un nombre de fois strictement égal, alors que la valeur du signal présent à la sortie du diviseur variable 25 se trouve

ramenée à la valeur préalablement déterminée.

Au cas où, au cours de la mesure de la température de couleur de l'objet 3 à examiner, cet objet ne rentre pas dans le champ visuel du pyromètre ou lorsque l'intensité de rayonnement émis par cet objet diminue considérablement, par exemple, par suite d'un brutal accroissement du pouvoir absorbant du milieu situé entre l'objet et l'appareil, la valeur du signal de sortie de la photodiode 12 devient inférieure à un niveau optimal préalablement choisi dont il sera question plus loin.

Ce signal, après avoir traversé le dispositif d'adaptation 24 du canal de réduction 15, est envoyé depuis la sortie dudit dispositif à l'entrée du dispositif à seuil 36, lequel délivre alors un signal de sortie assurant l'application de la tension à partir de la source contrôlable 35 au diviseur variable 25 de ce canal.

Pour être plus précis, le signal de sortie du dispositif à seuil 36 attaque l'entrée de commande du commutateur électronique 41 (v.fig.2) en mettant ce dernier en état bloqué, auquel cas la tension prélevée sur le diviseur 39, qui l'a reçue depuis le générateur 37 de tension de compensation, est appliquée à l'entrée du diviseur variable 25. Autrement dit, l'entrée du diviseur 25 est ainsi alimentée en une tension imitant le signal de sortie de la photodiode 12 dont la valeur se situe dans la gamme sélectionnée de réglage de la chaîne asservie ou, en d'autres termes, assure la compensation de l'absence d'un signal de sortie de valeur indiquée.

Dans ce montage, la valeur de la tension de compensation appliquée au diviseur 25 est choisie telle que la chaîne asservie du canal de réduction 15, comportant le circuit comparateur 30 avec la source 32 de signal de référence, l'amplificateur-démodulateur 28 et le diviseur variable 25, puisse être mise en régime correspondant à la fin de la portion linéaire de la courbe caractéristique de réglage de ladite chaîne, portion sur laquelle est assurée la rapidité de réglage maximale tout en maintenant les autres paramètres qualitatifs

de réglage au niveau désiré. Il faut remarquer ici que le niveau optimal des signaux de sortie de la photodiode 12, qui correspondent à l'intensité de rayonnement émis par l'objet 3, est choisi égal à une valeur 5 de la tension agissant dans la chaîne asservie du canal de réduction 15 telle que cette chaîne asservie soit en un état correspondant au début de la portion linéaire de la courbe caractéristique de réglage de ladite chaîne.

10 Dès que l'intensité de rayonnement de l'objet examiné 3 s'accroît à un tel point que la valeur du signal de sortie de la photodiode 12 atteint la zone des niveaux optimaux, l'entrée du dispositif à seuil 36 est attaquée par un signal correspondant à cette 15 zone en provenance de la sortie du dispositif d'adaptation 24, par suite de quoi ledit dispositif à seuil 36 met le commutateur électronique 41 en état débloqué. En conséquence, ce commutateur électronique 41 shunte 20 la résistance 40, et la tension de compensation appliquée à travers cette résistance au diviseur variable 25 depuis le générateur 37, cesse d'être appliquée à la chaîne asservie du canal de réduction 15. Cependant, cette dernière fonctionne toujours en régime correspondant à la portion linéaire de la courbe caractéristique 25 de réglage, étant donné que la valeur du signal présent à l'entrée du diviseur variable 25 se situe dans la zone des niveaux optimaux mentionnée plus haut. Elle 30 est maintenue en ce régime même en cas d'accroissement ultérieur de la valeur du signal de sortie de la photodiode 12.

De cette façon, quelles que soient les variations de l'intensité de rayonnement émis par l'objet 3 à étudier, à condition qu'elles rentrent dans les limites de la gamme des valeurs mesurées de température, et 35 quelles que soient les valeurs du signal de sortie de la photodiode 12 qui correspondent auxdites variations, y compris des valeurs au-dessous du seuil de sensibilité de la chaîne asservie du canal de réduction 15, cette

chaîne reste toujours en régime optimal de réglage continu du facteur de transmission du diviseur commandé 25, lequel régime garantit l'obtention de la rapidité de réglage maximale.

5 Le pyromètre de couleur objet de l'invention peut être réalisé de sorte qu'il présente les caractéristiques techniques principales suivantes:

- gamme des températures mesurées, °C 300 à 3000
- gamme d'ondes effectives utilisées,
- 10 en microns dans l'un des canaux
 - de mesure 0,82 à 0,92
 - dans l'autre canal de mesure 1,50 à 1,62
- paramètres des signaux électriques de sortie
 - courant, milliampères 0 à 5
 - 15 tension, Volts 0 à 10
 - puissance, milliwatts 0 à 100
- rapidité de fonctionnement du pyromètre en millisecondes à une fréquence de modulation de 400 Hz 25
- 20 - distance de l'appareil à l'objet, mètres 0,2 à 0,7
- valeurs admissibles de l'erreur principale en pour cent de la limite supérieure des mesures $\pm(1,0 \text{ à } 1,5)$

25 Le pyromètre de couleur réalisé en conformité de la présente invention offre, par rapport aux solutions antérieures, les avantages suivants.

Tout d'abord, il assure une rapidité générale de fonctionnement accrue. Ceci est dû au fait que dans cet appareil, la rapidité de réglage du facteur de transmission du diviseur variable incorporé dans le canal de réduction, laquelle rapidité est assurée par les éléments électroniques utilisés dans la chaîne asservie dudit canal, est la même en cas de mesure des valeurs de température tant rentrant dans les limites de la 30 gamme des températures mesurées, que se situant au-dessous de la limite inférieure. De façon plus précise, 35 cette rapidité de réglage est maintenue en cas de variations par bonds de la température mesurée à partir de la

température du milieu ambiant jusqu'à la valeur maximale de la gamme des mesures. Cela permet d'effectuer la mesure de la température de couleur de l'objet aussitôt que celui-ci apparaît dans le champ de vision de l'appareil. Ainsi, au cours du laminage rapide à chaud des métaux, il devient possible de mesurer la température de la feuille de métal à laminer suivant toute sa longueur en permettant ainsi un contrôle plus précis de l'opération de laminage ce qui, à son tour, donne la possibilité, d'une part, d'elever le pourcentage des produits finis de bonne qualité et, d'autre part, de réduire les dépenses improductives d'énergie et de matériaux.

A noter aussi que dans le pyromètre de couleur proposé, l'amélioration de la rapidité de fonctionnement a été atteinte sans nuire aucunement à la qualité du processus transitoire se déroulant dans le canal de mesure de l'appareil, laquelle qualité avait déjà été obtenue dans le pyromètre de couleur connu utilisant également des éléments électroniques dans les circuits de réglage.

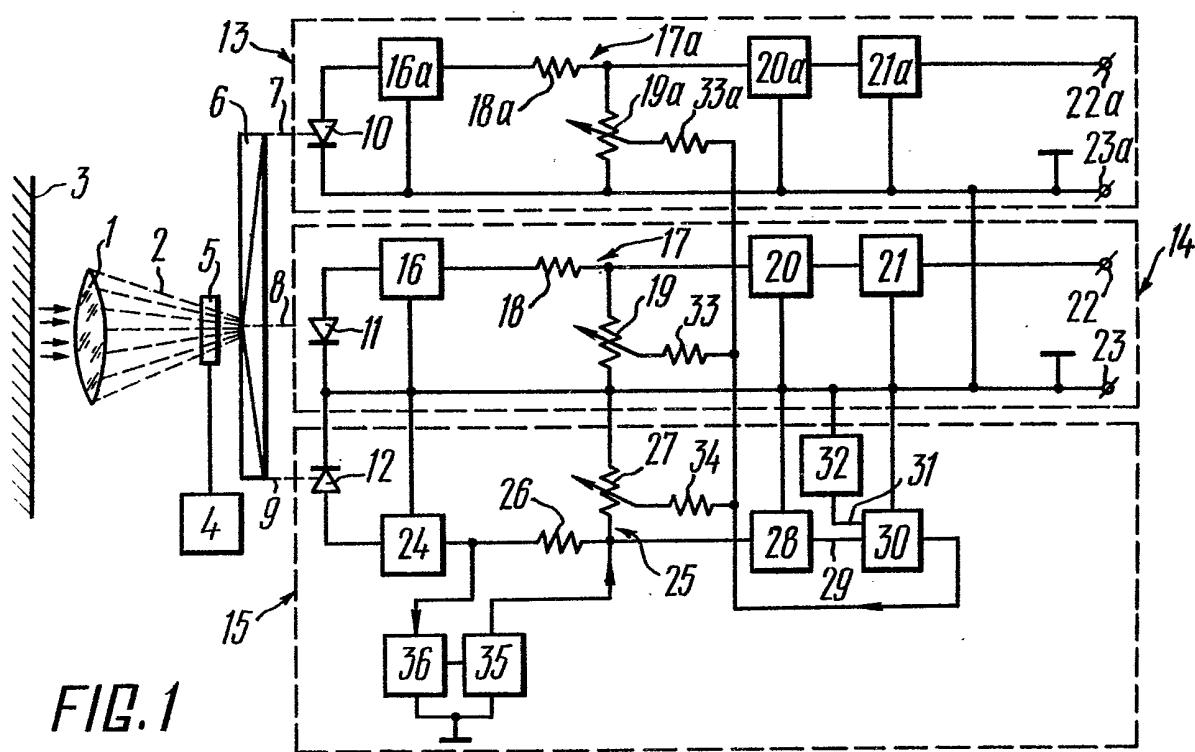
On a décrit ci-dessus des exemples particuliers de réalisation de l'invention susceptibles naturellement de diverses modifications et adjonctions évidentes d'ailleurs à l'homme de métier. Il va de soi donc que l'invention ne se limite nullement à la description ci-dessus du pyromètre de couleur proposé et de ses parties constitutives, lesdites modifications et adjonctions pouvant y être apportées sans s'écartez pour autant du cadre et de l'esprit de l'invention tels qu'ils sont définis par les revendications qui suivent.

REVENDICATIONS

1. Pyromètre de couleur comprenant un dispositif optique pour faire converger le rayonnement émis par l'objet examiné en un flux lumineux étroit, un diviseur de lumière destiné à diviser dans l'espace le flux lumineux arrivant à partir dudit dispositif optique, en flux lumineux distincts et à séparer les rayonnements à gammes d'ondes différentes à partir desdits flux lumineux distincts, des récepteurs de rayonnement photoélectriques recevant les rayonnements séparés à gammes d'ondes différentes et fournissant des signaux électriques proportionnels à l'intensité de rayonnement dans lesdites gammes d'ondes, un canal de réduction du signal électrique produit par l'un desdits récepteurs photoélectriques et proportionnel à l'intensité de rayonnement dans l'une des gammes d'ondes, à une valeur prédéterminée, ledit canal étant équipé d'un dispositif d'adaptation dont l'entrée est reliée à la sortie du récepteur photoélectrique précité, d'un diviseur variable commandé, d'un amplificateur et d'un circuit comparateur dont l'une des entrées de commande est reliée à la sortie dudit amplificateur, l'autre entrée de commande étant connectée à une source de signal de référence et la sortie, à l'entrée de commande dudit diviseur variable commandé, tous les éléments mentionnés dudit canal de réduction étant reliés entre eux en série, ainsi qu'au moins un canal de mesure du signal électrique fourni par l'autre récepteur photoélectrique et proportionnel à l'intensité de rayonnement dans une autre gamme d'ondes, lequel canal comporte, connectés en série, un dispositif d'adaptation dont l'entrée est reliée à la sortie dudit autre récepteur photoélectrique, un diviseur variable commandé dont l'entrée de commande est connectée à la sortie dudit circuit comparateur, et un amplificateur terminal, ce pyromètre étant caractérisé par le fait que ledit canal de réduction comporte en outre une source contrôlable de la tension variable de façon discontinue, dont la sortie

est reliée au diviseur variable commandé du canal de réduction et dont l'entrée de commande est connectée à la sortie d'un dispositif à seuil dont l'entrée est reliée par l'intermédiaire du dispositif d'adaptation 5 incorporé dans le canal de réduction, à la sortie du récepteur photoélectrique premièrement nommé.

2. Pyromètre de couleur suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que ladite source de la tension variable de façon discontinue comporte un générateur de tension relié au point milieu du diviseur de tension qui est réalisé avec emploi d'éléments résistifs et au point milieu duquel est connectée l'électrode de commutation d'un commutateur électronique dont l'entrée de commande est branchée sur la sortie 10 dudit dispositif à seuil.



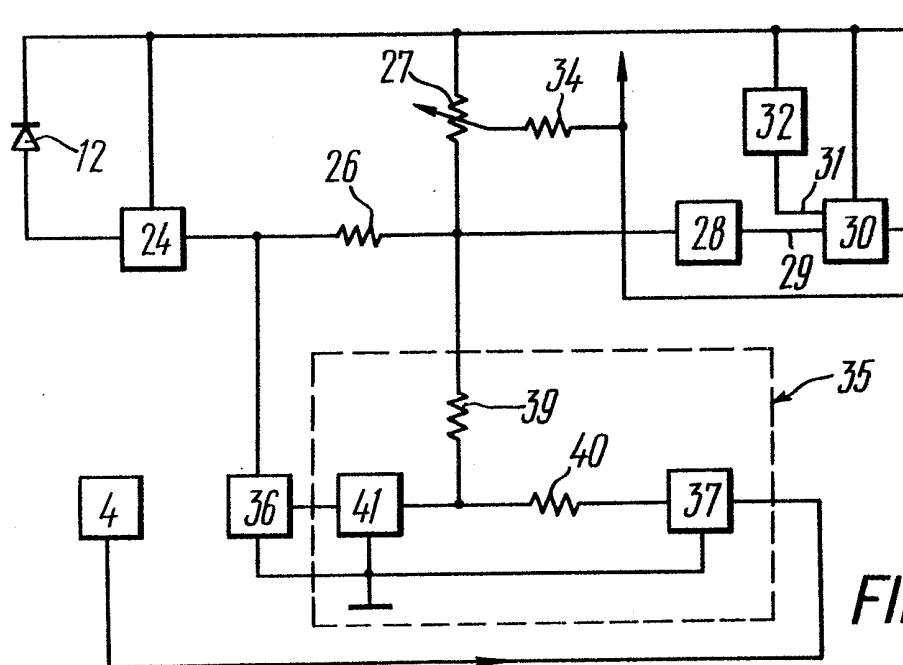


FIG. 2