

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 492 702

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 23125

(54) Procédé de rechargement par soudage d'une couche superficielle de composition variable, dispositif de commande du processus de rechargement par ledit procédé et pièces ou organes rechargés conformément audit procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). B 23 K 9/04, 9/24.

(22) Date de dépôt..... 29 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 17 du 30-4-1982.

(71) Déposant : ZHDANOVSKY METALLURGICHESKY INSTITUT, résidant en URSS.

(72) Invention de : Sergei Vladimirovich Gulakov, Boris Ivanovich Nosovsky, Leonid Kimovich Leschinsky, Ksenofont Ksenofontovich Stepnov, Petr Ivanovich Polukhin, Vladimir Alexeevich Nikolaev, Valery Grigorievich Bendrik, Eduard Nikolaevich Shebanits et Vladimir Petrovich Polukhin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne le soudage et a notamment pour objet un procédé de recharge par soudage d'une couche superficielle de composition variable, un dispositif pour la commande du processus de recharge 5 par ledit procédé, ainsi que les pièces, organes ou analogues rechargés conformément audit procédé.

L'invention peut être utilisée pour le recharge-
ment, sur n'importe quelle surface, d'une couche de métal
dont les différentes parties ont chacune une composition
10 déterminée, par exemple pour le recharge-
ment des cylindres d'un laminoir par dépôt d'une couche de travail ayant une
composition et, donc, des propriétés variables.

Il a été proposé (voir le certificat d'auteur
URSS N° 507428), pour obtenir une couche superficielle de
15 composition variable, d'introduire dans le bain de fusion,
dans un ordre déterminé, un matériau d'électrode et un
matériau d'addition sous forme d'au moins deux barreaux
de composition différente, que l'on fait avancer à une
vitesse différente.

20 Ce procédé a des possibilités limitées, étant
donné que les plages d'alliage des fils d'addition,
surtout avec des éléments qui augmentent la résistance
mécanique et réduisent la plasticité du métal (tels que le
carbone), sont restreintes par les difficultés auxquelles
25 on se heurte lors de l'étirage du fil allié, difficilement
déformable.

Il est possible, quand on utilise ce procédé connu, d'élargir considérablement les possibilités d'alliage du métal de recharge, ainsi que les possibi-
30 lités de variation de la composition et des propriétés de celui-ci au cours du recharge, en employant des matières d'alliage dont on fait varier la vitesse de masse (V_m) durant le recharge.

Toutefois, la fusion du matériau d'addition
35 absorbe une partie de l'énergie de l'arc, ce qui conduit
à une perturbation du bilan thermique dans le bain de fusion, Ceci compromet la formation de la couche de

rechargement et se traduit par des défauts ou manques de liaison avec le métal de base.

On connaît un dispositif pour la commande de processus dans lesquels on utilise au moins deux matériaux 5 et où il est nécessaire de respecter un rapport donné de la quantité de l'un des matériaux à celle de l'autre matériau compte tenu de la vitesse d'amenée ou de la consommation de ces derniers (brevet U.S. N° 3931787). La description de ce dispositif connu, donnée dans ledit 10 brevet, concerne un exemple d'utilisation du dispositif pour la commande du processus d'amenée de flux en poudre sur une bande. Ce dispositif comprend un mécanisme d'avance de la bande et un capteur de la vitesse d'avance de la bande, un mécanisme d'amenée du flux sur la bande 15 et un capteur de la vitesse d'amenée. Il possède en outre des moyens pour le réglage de la vitesse d'avance, des additionneurs pour stabiliser les vitesses d'avance et des convertisseurs de signaux.

Le dispositif connu ne permet de maintenir qu'un 20 rapport donné entre les matériaux pour une quantité totale constante de ceux-ci. Toute modification dudit rapport, par exemple pour le rechargement d'une couche superficielle de composition variable, s'accompagne d'une modification de la quantité totale de matières utilisées dans le but 25 considéré, ce qui, dans le cas du rechargement, conduit à une irrégularité de l'épaisseur ou de la section de la couche rechargée.

L'invention vise donc un procédé de rechargement par soudage d'une couche superficielle de composition 30 variable et un dispositif de commande du processus de rechargement par ledit procédé, dans lesquels les conditions thermiques dans le bain de fusion seraient modifiées de façon à assurer une extension de la plage de réglage de la composition chimique ou des limites d'alliage 35 de la couche de rechargement, en même temps qu'une section régulière de la soudure obtenue.

Le problème ainsi posé est résolu du fait que le

procédé de rechargement d'une couche superficielle de composition variable, du type consistant à introduire dans le bain de fusion, dans un ordre déterminé, le matériau d'électrode et le matériau d'addition, est caractérisé, 5 selon l'invention, en ce que le matériau d'addition est introduit à l'aide d'au moins deux électrodes fusibles séparées l'une de l'autre par une distance déterminée par la relation suivante :

$$10 \quad s = d \left(1 + k \frac{V_m}{\leq V_e + V_m} \right) ,$$

dans laquelle :

s est la distance entre les électrodes,
d, le diamètre d'électrode,
15 k, un coefficient de proportionnalité de 3 à 7,
V_m, la vitesse massique d'aménée du matériau
d'addition,
ΣV_e, la vitesse massique totale d'avance des
électrodes.

20 Dans le procédé conforme à l'invention, la modification du rapport de la vitesse massique d'aménée du matériau d'addition à la vitesse massique totale d'aménée du matériau d'électrode en fonction de la variation de la distance entre les électrodes, permet 25 d'élargir la plage de réglage de la composition. Cette possibilité résulte également de la modification de la distance entre les deux (au moins) électrodes, de sorte que le bilan de fusion peut être maintenu à un niveau assurant une fusion effective des matériaux arrivant dans 30 ledit bain.

L'invention vise d'autre part un dispositif de commande du processus de rechargement, objet de l'invention, du type comprenant un mécanisme d'avance des électrodes et un mécanisme d'aménée des matériaux d'addition, munis 35 de capteurs de la vitesse d'avance, de dispositifs de réglage de cette dernière et d'ajusteurs pour la stabilisation de la vitesse d'aménée des matériaux

d'addition, ainsi que des convertisseurs de signaux, caractérisé, selon l'invention, en ce que le capteur de la vitesse d'avance des électrodes est raccordé aux convertisseurs de signaux reliés entre eux en série, dont l'un a 5 pour fonction de déterminer le rapport entre la quantité de matériaux d'addition et la quantité totale de matériaux à introduire dans le bain de fusion, tandis que le second a pour rôle de déterminer le taux d'alliage de la couche de rechargement, les sorties desdits convertisseurs de 10 signaux étant reliées à l'additionneur et celui-ci étant connecté à un mécanisme d'amenée de matériaux d'addition supplémentaires, tandis que le convertisseur de signaux pour la détermination du taux d'alliage de la couche de rechargement comporte un dispositif à programme et est 15 relié au mécanisme d'amenée du matériau d'addition.

Le convertisseur de signaux servant à déterminer le rapport entre la quantité de matériaux d'addition et la quantité totale des matériaux à introduire dans le bain de fusion peut être relié à un dispositif à programme 20 supplémentaire.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre de différents modes de réalisation de l'invention, faite en se référant aux dessins 25 annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique illustrant le rechargement avec emploi de deux électrodes fusibles vues dans le plan horizontal;
- la figure 2 est une vue schématique analogue 30 à celle de la figure 1, mais montrant les électrodes dans un plan vertical;
- la figure 3 montre le diagramme de variation du courant de soudage lors de l'introduction des matériaux d'addition dans le bain de fusion;
- 35 - la figure 4 représente le schéma synoptique fonctionnel du dispositif conforme à l'invention;
- la figure 5 représente le schéma électrique

d'une partie du dispositif conforme à l'invention.

Le procédé, objet de l'invention, est mis en œuvre de la façon suivante. Le rechargement est effectué à l'aide d'électrodes 1 et 2 sous une couche de flux

5 (figures 1,2). On modifie le taux d'alliage du métal de rechargement en réglant la quantité de charge ou matière d'alliage 3 arrivant dans le bain de fusion en 4, en faisant varier en même temps la distance séparant les électrodes.

10 L'introduction de la charge métallique dans le bain de fusion conduit à une augmentation du courant de soudage (A), due à son shuntage par le laitier (comparer les durées τ_1 et τ_2 sur la figure 3). Avec l'augmentation de la distance s entre les électrodes 1 et 2 (figure 1) et l'accroissement du courant, a lieu une augmentation de l'intensité des flux convectifs dans le bain. Ceci favorise l'égalisation de la température dans le volume du bain et entraîne une intensification de la fusion des matériaux amenés dans le bain. On obtient de 20 ce fait une assimilation normale de ces matériaux dans le bain, une extension des limites d'alliage, une bonne formation du métal déposé et une liaison sûre de ce dernier avec le métal de base.

25 Le rapport entre la vitesse massique d'aménéée des matériaux, d'une part, et la distance entre les électrodes, d'autre part, s'exprime comme suit :

$$s = d \left(1 + k \frac{v_m}{\sum v_e + v_m} \right)$$

30 où : s est la distance entre les électrodes (voir figure 1);

d , le diamètre des électrodes;

$k = 3$ à 7 , un coefficient de proportionnalité;

v_m , la vitesse massique d'aménéée du matériau d'addition;

35 $\sum v_e$, la vitesse massique totale d'avance des électrodes.

Les valeurs limites précitées du coefficient k ont été choisies sur la base de données expérimentales. Quand le coefficient k est inférieur à 3, la formation de la couche de rechargement (figure 4) est altérée par 5 la dégradation du bilan thermique dans le bain de fusion lors de l'introduction de la matière d'addition. Toute augmentation du coefficient k au-dessus de 7 provoque l'apparition de deux bains de fusion distincts, ce qui compromet le processus de rechargement.

10 Exemple. On a effectué le rechargement à l'aide de deux électrodes de 5 mm de diamètre. La vitesse totale d'avance des électrodes était de 64 m/h. Le courant d'arc était de 620 à 670 A, la tension, de 32 à 34V. Au cours du rechargement, on a fait varier la quantité de charge 15 métallique amenée dans le bain de fusion de façon que le rapport $\frac{V_m}{\sum V_e + V_m}$ varie de 0,1 à 0,35. Avec l'augmentation de la quantité de charge dans ces limites on a fait varier la distance entre les électrodes de 7 à 13 mm, respectivement. On a constaté que la qualité de la formation de la 20 couche de rechargement et la profondeur de fusion satisfaisaient aux prescriptions techniques.

Des possibilités supplémentaires de régulation de la composition du métal de rechargement sont créées en introduisant une charge de deux compositions : une 25 composition ballast, identique à celle des électrodes, et une composition d'alliage, différente de celle des électrodes. En faisant varier le rapport des vitesses massiques d'aménée des additions d'alliage et ballast, et la vitesse massique totale en fonction de la variation 30 de la distance entre les électrodes, on peut élargir les possibilités de régulation de la composition sans dépenses supplémentaires d'énergie et sans affecter les qualités technologiques du processus.

Pour effectuer le contrôle du processus de 35 rechargement conforme à l'invention on utilise le dispositif décrit ci-dessous.

Sur la figure 4 on voit en 1 un dispositif d'avance des électrodes consommables relié à un capteur de vitesse 2 et à un dispositif 3 de réglage de la vitesse d'avance des électrodes. On peut employer, en guise de 5 capteur de vitesse, un capteur électromagnétique, photo-électrique, tachymétrique ou autre. En qualité de dispositif de réglage on peut utiliser un potentiomètre, un auto-transformateur, etc. Le capteur 2 est connecté à un convertisseur 4 qui détermine le rapport entre la quantité 10 de matériaux d'addition différents de ceux des électrodes et la quantité totale de matériaux introduits dans le bain de fusion par unité de temps. Le convertisseur 4 est relié à un convertisseur 5 qui convertit le signal d'entrée en un signal proportionnel à la vitesse massique d'avance du 15 matériau d'alliage non-électrode. Le convertisseur 5 reçoit du dispositif à programme 6 un signal qui détermine le taux d'alliage de la couche de rechargement. Le convertisseur 4 est un dispositif constitué d'un amplificateur opérationnel et d'un additionneur (figure 5). Le 20 convertisseur 5 est couplé à un dispositif d'aménée du matériau d'alliage non-électrode, qui comprend un mécanisme d'aménée 7, un capteur 8 de la quantité de matériau d'addition introduit, relié à un moteur (non représenté) d'aménée du matériau d'alliage non-électrode, et de 25 construction analogue à celle du capteur 2. Ledit dispositif d'aménée comprend en outre un dispositif 9 de réglage de la quantité de matériau amené et un additionneur 10 dont la fonction est de comparer le signal d'entrée U_3 au signal de réaction U_4 . En qualité de 30 dispositif de réglage 9 on peut utiliser une commande à thyristor, un amplificateur magnétique ou tout autre dispositif approprié. Le rôle de l'additionneur 10 peut être rempli par un amplificateur soit opérationnel, soit différentiel, un comparateur à diode, etc. Les sorties 35 du capteur 2 et des convertisseurs 4 et 5 sont reliées en outre à un additionneur 11 servant à supprimer l'influence de la modification de la vitesse d'avance du fil d'électrode

sur l'alliage de la couche de rechargement et sur la qualité du métal de rechargement par unité de temps lors de la variation de l'alliage à la suite du réglage de la vitesse d'avance d'un matériau d'addition non-électrode

5 supplémentaire. A l'additionneur 11 est connecté un dispositif d'aménée du matériau d'addition supplémentaire dont la composition chimique peut être la même que celle de l'électrode de soudage. Ce dispositif comporte des unités 12, 13, 14, 15 analogues, respectivement, aux

10 unités 7, 8, 9, 10. En 12 est monté un mécanisme d'aménée du matériau d'addition non-électrode supplémentaire, en 13, un capteur de la quantité de matériau d'addition non-électrode à introduire, en 14, un dispositif de réglage de la quantité de matériau d'addition à introduire, en 15,

15 un additionneur comparant le signal d'entrée U_6 au signal provenant du capteur 13.

Au convertisseur 4 est couplé un organe à programme 16 dont les fonctions peuvent être remplies par un diviseur de tension réglable branché sur le circuit de réaction de l'amplificateur opérationnel faisant partie du convertisseur 4.

Le dispositif fonctionne comme suit. L'installation de rechargement étant mis en circuit, un signal U_1 proportionnel à la vitesse d'avance de l'électrode de soudage est appliqué au convertisseur 4 (figures 4 et 5). Il apparaît alors à la sortie du convertisseur 4 un signal U_2 proportionnel à la somme des vitesses massiques d'avance de l'électrode de soudage et des matériaux d'addition non-électrodes. La condition suivante doit alors être respectée :

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{1}{1-k_1} \quad (1)$$

où k_1 est un coefficient caractérisant le rapport entre la quantité de matériaux d'addition non-électrodes et la somme des matériaux d'addition et d'électrode introduits dans le bain de fusion par unité de temps.

Le signal U_2 est appliqué à l'entrée du convertisseur 5, qui délivre alors un signal U_3 proportionnel à la vitesse massique d'amenée du matériau d'addition non-électrode et qui est lié au signal U_2 par la relation suivante :

$$5 \quad U_2 = k_2 \cdot U_3 \quad (2)$$

où $k_2 < 1$ est un coefficient déterminant le taux d'alliage du métal déposé.

On peut régler le coefficient k_2 et par 10 conséquent modifier le taux d'alliage à l'aide du dispositif à programme 6. La sortie du convertisseur 5 est reliée au dispositif d'amenée du matériau d'alliage non-électrode.

La quantité de matériau d'alliage à introduire 15 est proportionnelle au signal U_3 appliqué à l'entrée de l'additionneur 10. Pour stabiliser la quantité de matériau d'alliage non-électrode à introduire, au mécanisme 7 est relié le capteur 8 dont le signal de sortie U_4 , proportionnel à la quantité d'addition d'alliage, est comparé au 20 signal U_3 dans l'additionneur 10. En cas d'écart de la quantité d'addition d'alliage par rapport à la quantité voulue, il apparaît à la sortie de l'additionneur 10 un signal U_5 qui agit sur le dispositif de réglage 9 pour modifier le débit du mécanisme 7 d'amenée de l'addition.

25 Pour supprimer l'influence qu'exerce le changement de la vitesse d'avance du fil d'électrode sur le taux d'alliage de la couche de recharge et sur la quantité de métal déposé par unité de temps en cas de modification du taux d'alliage, on a introduit dans le dispositif 30 selon l'invention un additionneur 11 et un dispositif d'amenée d'un matériau d'addition supplémentaire.

Les signaux U_1 , U_2 , U_3 de sortie des dispositifs 2, 4 et 5 sont appliqués aux entrées de l'additionneur 11, qui délivre à sa sortie un signal U_6 :

$$35 \quad U_6 = U_2 - (U_1 + U_3) \quad (3)$$

Le signal U_6 commande le fonctionnement du dispositif d'amenée du matériau d'addition non-électrode supplémentaire. Le principe de fonctionnement de ce dispositif est analogue à celui du dispositif d'amenée du matériau d'alliage non-
5 électrode.

Tout changement de la quantité de matériau d'alliage non-électrode pour une vitesse constante d'avance de l'électrode entraîne une modification du signal U_3 . A la sortie de l'additionneur 11, le signal U_6 se modifie
10 de façon que soit remplie la condition (3). Ceci conduit à une modification de la quantité de matériau d'addition non-électrode supplémentaire, de sorte que :

$$U_3 + U_6 = \text{const.} \text{ pour } U_1 = \text{const.} \quad (4)$$

En réalisant les conditions (3) et (4) on
15 obtient un métal de rechargement de composition chimique variable, la variation de la composition chimique au cours du rechargement n'influencant pas les dimensions, c'est-à-dire la section ou l'épaisseur, de la couche de rechargement.

20 En cas de rechargement de pièces ayant une configuration complexe, on a besoin de modifier non seulement la composition chimique, mais aussi et dans le même temps la productivité du rechargement suivant une loi donnée. Le changement de la productivité du re-
25 chargement ne doit pas influencer la composition chimique de la soudure. Ces pièces peuvent être, par exemple, les cylindres d'un laminoir à pélerin dont les parties de pression et de calibrage de la surface de travail doivent satisfaire à des exigences différentes. Les quantités de métal à déposer sur les différentes parties du calibre
30 sont elles aussi différentes.

Il n'est pas avantageux de faire varier la productivité du processus de rechargement en réglant la vitesse d'avance de l'électrode de soudage, ceci pouvant
35 entraîner un changement des paramètres du régime de rechargement.

Ce problème est résolu en introduisant dans le

- dispositif qui vient d'être décrit un bloc de programmation 16 relié au convertisseur 4. Ce bloc permet de régler le rapport entre la quantité de matériaux d'addition non-electrodes et la somme des matériaux d'addition et
- 5 d'électrodes arrivant dans le bain de fusion, c'est-à-dire le coefficient k_1 dans l'équation (1). La modification du coefficient k_1 n'entraîne pas un changement du taux d'alliage de la couche de rechargement quand le signal délivré par le dispositif de programmation 6 est constant.
- 10 Le rôle du dispositif de programmation 16 peut être rempli par un diviseur de tension réglable branché sur le circuit de réaction de l'amplificateur opérationnel fonctionnant au sein du convertisseur 4.

La modification de la productivité du processus de rechargement par réglage de la quantité de matière d'addition arrivant dans le bain de soudage permet d'autre part de modifier la vitesse de solidification et de refroidissement du métal de la couche déposée. En modifiant la vitesse de solidification et de refroidissement du bain de fusion, on arrive à faire varier la structure du métal déposé, et, par conséquent, à modifier les propriétés technologiques de la couche de métal de rechargement.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en œuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

R E V E N D I C A T I O N S

1.- Procédé de rechargement par soudage d'une couche superficielle de composition variable, du type consistant à introduire dans le bain de fusion des 5 matériaux d'électrode et d'addition dans un ordre déterminé, caractérisé en ce qu'on introduit le matériau d'addition à l'aide d'au moins deux électrodes fusibles séparées l'une de l'autre par une distance déterminée par la relation suivante :

10

$$s = d \left(1 + k \frac{v_m}{\sum v_e + v_m} \right) ,$$

dans laquelle :

15

s est la distance entre les électrodes,
d, le diamètre d'électrode,
k, un coefficient de proportionnalité de 3 à 7,
V_m, la vitesse massique d'aménée du matériau
d'addition,
 $\sum v_e$, la vitesse massique totale d'avance des
20 électrodes.

20

2.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on introduit dans le bain de fusion un matériau d'addition comprenant un additif d'alliage et un additif ballast, ce dernier ayant la même composition 25 que les électrodes.

25

3.- Dispositif de commande du processus de rechargement conformément au procédé faisant l'objet de l'une des revendications 1 et 2, du type comportant un mécanisme d'avance des électrodes et un mécanisme d'aménée 30 des matériaux d'addition, équipés de capteurs de vitesse d'avance, de dispositifs de réglage de cette dernière et d'additionneurs stabilisant la vitesse d'aménée des matériaux d'addition, ainsi que des convertisseurs de signaux, caractérisé en ce que le capteur de vitesse 35 d'avance des électrodes est relié à des convertisseurs de signaux

reliés en série, dont l'un a pour fonction de déterminer le rapport entre la quantité de matériaux d'addition et la quantité totale de matériaux arrivant dans le bain de fusion, tandis que l'autre convertisseur a pour rôle de

5 déterminer le taux d'alliage de la couche de rechargement, les sorties desdits convertisseurs étant reliées à un additionneur connecté à un mécanisme d'aménée de matériaux d'addition supplémentaires, le convertisseur de signaux déterminant le taux d'alliage de la couche de rechargement

10 comportant un dispositif de programmation et étant relié au mécanisme d'aménée de matériau d'addition.

4.- Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé en ce que le convertisseur de signaux servant à déterminer le rapport entre la quantité de matériaux

15 d'addition et la quantité totale de matériaux arrivant dans le bain de fusion est relié à un dispositif de programmation supplémentaire.

5.- Pièces ou organes caractérisés en ce qu'ils sont rechargés conformément au procédé faisant l'objet

20 de l'une des revendications 1 et 2.

Pe I.2

2492702

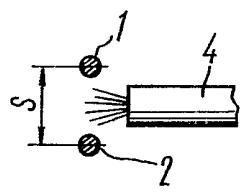


FIG. 1

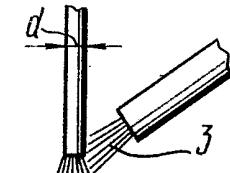


FIG. 2

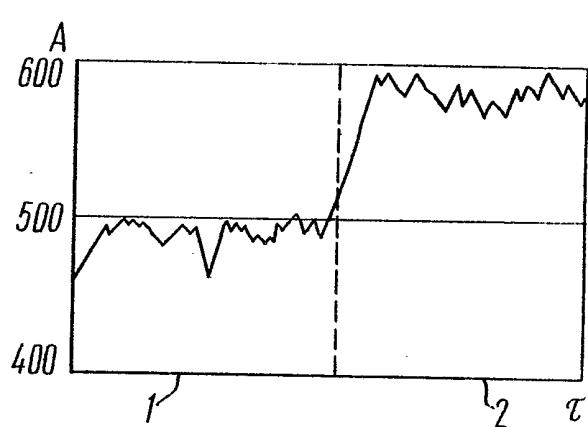


FIG. 3

2492702

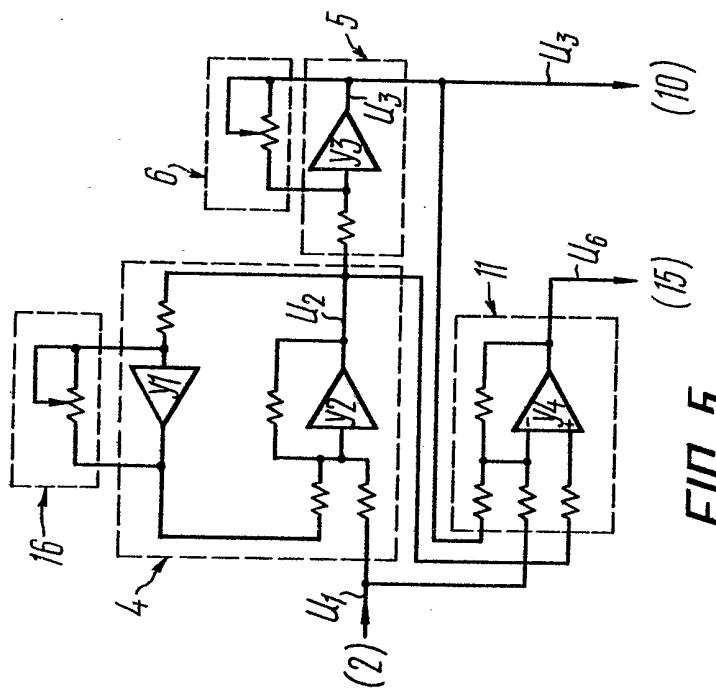


FIG. 5

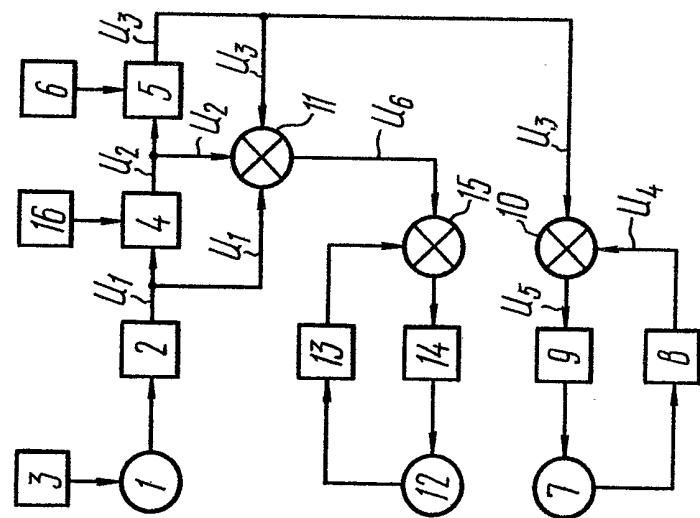


FIG. 4