

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 13 septembre 1982.

③0 Priorité

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 11 du 16 mars 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : **LECTROMELT CORPORATION**. — US.

⑦2 Inventeur(s) : James R. Bello.

⑦3 Titulaire(s) :

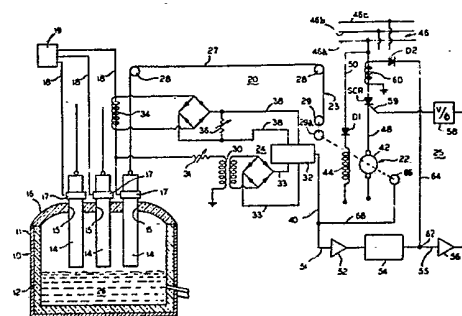
⑦4 Mandataire(s) : Rinuy, Santarelli.

⑤4 Four à arc électrique.

⑤7 L'invention concerne un dispositif destiné à commander la position d'une électrode dans un four à arc.

Ce dispositif comprend un circuit 24 destiné à produire un signal électrique d'erreur en relation fonctionnelle avec l'amplitude et le sens des paramètres électriques d'une électrode 14. Le signal d'erreur est utilisé pour commander l'angle d'allumage d'un élément électronique de commutation SCR monté entre le moteur 22 de positionnement de l'électrode 14 et la source 46 d'alimentation de ce moteur. Un générateur 66 relié au moteur 22 produit un signal de réaction qui est en relation fonctionnelle avec la vitesse et le sens du moteur 22 pour moduler l'angle d'allumage de l'élément SCR.

Domaine d'application : four à arc.



L'invention concerne des fours à arc électriques et plus particulièrement des commandes du positionnement des électrodes d'un four à arc.

Des fours à arc électriques sont communément
5 utilisés pour la fusion ou le traitement de charges métalliques. La chaleur demandée pour une telle fusion ou un tel traitement provient des pertes par effet Joule résultant d'arcs ou d'un courant électrique circulant entre
10 les électrodes du four, ou bien entre les électrodes et le contenu du four. Il convient de noter que la position des électrodes par rapport à la charge du four affecte les paramètres de tension et de courant. Par conséquent, les électrodes d'un four à arc doivent être maintenues
15 en fusion pour maintenir entre des limites souhaitées les conditions électriques du four. Un type de dispositif de commande de la position des électrodes utilise un tambour entraîné par un moteur électrique et relié à l'électrode par un filin métallique ou un câble. Un dispositif de
20 commande est relié au moteur et à l'électrode pour régler en continu la position de cette dernière en fonction de l'amplitude du courant et de la tension qui lui sont appliquées.

L'invention a pour objet un dispositif perfectionné de positionnement des électrodes de fours à arc électriques. L'invention a pour autre objet des commandes du positionnement des électrodes de fours à arc électriques, ces commandes étant simples et peu coûteuses. L'invention
25 a également pour objet une commande du positionnement d'électrodes qui positionne les électrodes d'un four à arc avec précision et en douceur.

L'invention concerne donc, d'une manière générale, un dispositif de commande de positionnement pour four à arc électrique comprenant un premier circuit destiné
35 à produire un signal d'erreur en relation fonctionnelle avec l'amplitude et le sens des paramètres électriques de l'électrode, et un second circuit qui, sous l'action du signal d'erreur, commande l'amplitude de l'énergie

électrique fournie au moteur de positionnement de l'électrode
De plus, des moyens sont prévus pour générer un second
signal en relation fonctionnelle avec la vitesse de trans-
5 lation de l'électrode afin de moduler le signal d'erreur
pour commander la vitesse du moteur de positionnement.

L'invention sera décrite plus en détail en regard
des dessins annexés à titre d'exemple nullement limitatif
et sur lequel la figure unique est un schéma d'une forme
préférée de réalisation du dispositif de commande du posi-
10 tionnement d'une électrode selon l'invention.

La figure unique représente schématiquement un
four à arc électrique 10 auquel le dispositif de commande
selon l'invention peut s'appliquer. D'une manière générale,
le four 10 comprend une coque métallique 11 et un garnis-
15 sage réfractaire 12. Plusieurs électrodes 14 passent dans
des ouvertures convenables 15 ménagées dans le toit voûté
16 du four 10. Les électrodes 14 peuvent être de tout type
classique, par exemple des électrodes en carbone, et la
forme de réalisation représentée comporte trois électrodes.
20 Chaque électrode 14 comporte un collier 17 relié par un
conducteur 18 de phase à une phase d'une source d'alimen-
tation en énergie électrique triphasée, symbolisée par
un transformateur 19. Il est évident à l'homme de l'art
que chaque collier 17 comporte des éléments conducteurs
25 montés de façon à s'appliquer en contact étroit contre la
surface de l'électrode afin qu'un courant électrique puisse
être aisément transmis entre ces éléments et l'électrode.

Chaque électrode 14 est montée de façon à pou-
voir se déplacer verticalement par rapport au four 10
30 de toute manière convenable, par exemple au moyen d'un
mécanisme 20 de positionnement représenté schématiquement
et comprenant un moteur 22 de positionnement et un ensemble
à câble 23. Comme décrit plus en détail ci-après, un
premier dispositif 24 de commande est destiné à détecter
35 le courant et la tension de l'électrode et à produire
un signal d'erreur transmis à un circuit 25 de commande
du moteur. Le moteur 22, sous l'action des signaux de
commande provenant du circuit 25, actionne l'ensemble à

câble 23 afin que l'électrode associée 14 soit réglée verticalement. De cette manière, chaque électrode 14 est placée à la distance souhaitée du bain fondu 26 à l'intérieur du four 10. Bien qu'un seul ensemble comprenant un moteur 22, un câble 23 et des commandes 24 et 25 soit représenté comme étant relié à l'une des électrodes 14, il est évident qu'un dispositif de commande identique est associé à chacune des autres électrodes 14.

Le mécanisme à câble 23 comprend un câble 27 dont une extrémité est reliée à l'électrode associée 14 et qui s'étend à partir de cette dernière de façon à passer sur des poulies 28. L'autre extrémité du câble 27 est reliée à un tambour 29 qui est entraîné par le moteur 22 par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur 29a.

Le premier circuit 21 de commande est relié au conducteur associé 18 afin de recevoir un premier signal en relation fonctionnelle avec la tension de l'électrode et un second signal en relation fonctionnelle avec le courant de l'électrode. Il est évident à l'homme de l'art que le courant de l'électrode est inversement proportionnel à la distance comprise entre l'électrode 14 et le bain 26, la tension d'électrode étant directement proportionnelle à cette distance. Par conséquent, la commande 21 comprend un transformateur d'isolation 30 dont le primaire est relié au conducteur 18 par l'intermédiaire d'une résistance 31 afin qu'il apparaisse aux bornes du secondaire du transformateur 30 un signal en relation fonctionnelle avec le potentiel entre l'électrode 14 et le bain 25. Ce signal est redressé et transmis à un circuit 32 de détection d'erreur par des conducteurs 33. Un transformateur 34 de courant, également relié au conducteur 18, produit un signal de courant en relation fonctionnelle avec le courant de l'électrode. Le signal est redressé et transmis par l'intermédiaire d'une résistance 36 afin qu'un signal de tension, en relation fonctionnelle avec le courant de l'électrode, soit appliqué au circuit 32 de détection d'erreur par l'intermédiaire de conducteurs 38. Le circuit 32 de détection d'erreur a pour fonction de comparer les

signaux de tension qu'il reçoit par les conducteurs 33 et 38 et à produire un signal d'erreur transmis au circuit 25 de commande du moteur, l'amplitude et le sens de ce signal variant suivant l'écart entre les signaux d'entrée et des valeurs prédéterminées.

Dans le cas où l'espace compris entre l'électrode 14 et la charge 26 du four s'accroît à partir d'une valeur souhaitée, la tension d'électrode augmente et le courant d'électrode diminue, et il apparaît une variation correspondante des signaux transmis par les conducteurs 33 et 38. Le circuit 32 de détection d'erreur détecte ces signaux et produit sur un conducteur 40 un signal d'erreur de sortie tel que le moteur 22 fasse descendre les électrodes d'une manière décrite plus en détail ci-après. L'électrode continue d'être élevée jusqu'à ce que les niveaux de tension et de courant reviennent aux valeurs souhaitées. Inversement, si l'électrode 14 se rapproche du bain 26 davantage qu'il n'est souhaité, le courant d'électrode augmente et sa tension diminue à partir de valeurs prédéterminées. Ces variations de paramètre sont de nouveau détectés par le circuit 32 de détection d'erreur qui indique au moteur 22 d'élever l'électrode 14 jusqu'à ce qu'elle soit de nouveau placée dans sa position d'équilibre.

Le moteur 22 est du type shunt ou à aimant permanent, comprenant un induit 42 et un enroulement de champ en shunt 44. L'induit 42 est relié à une phase 46a d'un circuit triphasé 46 par un conducteur 48 et au circuit anode-cathode d'un redresseur commandé au silicium SCR. L'enroulement de champ 44 du moteur 22 est également relié à la phase 46a par un conducteur 50 et une diode D1.

Un amplificateur de courant 52 est connecté au conducteur de sortie 40 du circuit 32 de détection d'erreur. Un circuit limiteur de courant 54 est monté entre la borne de sortie de l'amplificateur de courant 52 et la borne d'entrée 55 d'un second amplificateur de courant 56. De plus, un circuit 58 de commande de l'angle de phase relie la borne de sortie de l'amplificateur 56 à la gâchette 59 du redresseur SCR. Le circuit 58 de commande de l'angle de phase a pour fonction de produire un signal de tension

en relation fonctionnelle avec l'amplitude et l'angle de phase du courant provenant de l'amplificateur 56. Un transformateur 60 de courant est relié au conducteur 48 et une extrémité de ce transformateur est reliée à la borne d'entrée 55 de l'amplificateur 56 par une diode B2 et un conducteur 64. On peut voir qu'un signal de courant apparaissant à une jonction 62 est en relation fonctionnelle avec le courant circulant dans le conducteur 48. De plus, un petit générateur 66 peut être abouté mécaniquement au moteur 22 et sa borne de sortie peut être commutée par un conducteur 68 à la borne d'entrée de l'amplificateur de courant 52.

Un moteur 22 et un circuit de commande 25 identiques aux précédents sont connectés à chacune des autres phases 46b et 46c de l'alimentation triphasée pour le positionnement de chacune des autres électrodes.

On peut voir que le courant circulant vers la borne d'entrée 51 de l'amplificateur 52 est égal à la somme du signal de courant de sortie du circuit 32 de détection d'erreur et du signal de sortie du générateur 66. Le circuit 32 de détection d'erreur est réglé et conçu de manière qu'un courant positif soit transmis au conducteur 40 lorsque l'extrémité inférieure de l'électrode 14 est trop rapprochée du bain 26 du four, de sorte qu'une opération de levage de l'électrode est nécessaire. L'amplitude de ce signal de courant est en relation fonctionnelle avec l'amplitude de la surintensité résultant de la proximité de l'électrode 14 du bain 26. Inversement, un signal de courant négatif est appliqué au conducteur 40 lorsque la distance comprise entre l'extrémité inférieure de l'électrode 14 et le bain 26 dépasse une certaine valeur maximale souhaitée. L'amplitude de ce signal de courant négatif est également en relation fonctionnelle avec la distance de l'électrode 20. Enfin, lorsque l'électrode 14 se trouve à la distance souhaitée du bain 26, un signal de courant positif faible et prédéterminé est appliqué au conducteur 40.

Le courant appliqué par le générateur 26 à la borne d'entrée 51 de l'amplificateur 52 est en relation

fonctionnelle avec le sens et la vitesse de rotation de l'induit 42. Ainsi, lorsque l'induit 42 tourne dans le sens avant afin que l'électrode soit élevée, un courant positif est appliqué au conducteur 68. Par contre, lorsque
5 l'induit 42 du moteur tourne en sens opposé de manière que l'électrode 14 soit abaissée, un signal de courant négatif est appliqué au conducteur 68. Lorsque l'induit 42 est immobile, le générateur 66 est également au repos et aucun courant ne circule sur le conducteur 68. Plutôt
10 que d'utiliser un générateur 66, il est possible de produire un signal de vitesse de l'induit en mesurant la force électromotrice aux bornes de l'induit 22 qui est en relation directe avec la vitesse et le sens de rotation de l'induit.

15 On peut voir que le courant apparaissant à la borne 62 est égal à la somme des signaux de courant amplifiés, appliqués à la borne d'entrée 51 de l'amplificateur 52 par les conducteurs 40 et 68, et de la moitié de l'onde de courant circulant dans le conducteur de phase 46a. La
20 somme de ces signaux de courant est amplifiée par l'amplificateur 56 et appliquée à l'élément 58 de commande de phase qui applique un signal proportionnel de déclenchement à la gâchette du redresseur SCR. Lorsque ce signal de déclenchement dépasse le potentiel d'allumage du redresseur
25 commandé au silicium, un courant circule vers le moteur 22.

On suppose que l'intervalle entre l'électrode 14 et la charge 26 du four est compris entre les limites souhaitées, de sorte qu'un faible signal de courant positif d'erreur est appliqué au conducteur 40. Cependant, étant
30 donné que l'induit 42 est à l'arrêt, aucun courant ne circule dans le conducteur 68. Ce courant relativement faible, ajouté au courant redressé sur une alternance produit par le transformateur de courant 60 et la diode D2, est amplifié par l'amplificateur 56. Le circuit 58 de
35 commande de phase est réglé pour produire un signal de tension qui varie de façon constante, en relation fonctionnelle avec le signal de sortie de l'amplificateur 56 afin que le redresseur commandé au silicium soit rendu

conducteur pendant une brève période au cours de chaque alternance du courant de phase du conducteur 46. La durée du cycle de conduction du redresseur SCR est suffisante pour exciter le rotor 42 juste assez pour supporter le poids de l'électrode 14. De cette manière, l'électrode 5 reste en position fixe.

Si l'espace compris entre l'extrémité inférieure de l'électrode 14 et la charge 26 du four diminue à partir d'une valeur prédéterminée, le courant d'électrode augmente et la tension d'électrode diminue. En conséquence, un 10 signal positif de plus grande amplitude est appliqué au conducteur 40. Il en résulte un accroissement de l'amplitude du courant transmis au dispositif 58 de commande de phase, de sorte que l'angle de la phase du signal appliqué 15 à la gâchette du redresseur SCR augmente, ce qui a pour effet d'augmenter le courant fourni à l'induit 42 du moteur 22 qui commence alors à faire monter l'électrode 14. Ceci provoque également une mise en action du générateur 66 de réaction de vitesse qui produit un signal de courant de réaction de vitesse sur le conducteur 68, ce signal 20 étant négatif et opposé à celui présent sur le conducteur 40. Le signal de réaction de vitesse régule la vitesse d'élévation de l'électrode 14. Lorsque cette dernière s'élève, son courant commence à diminuer et sa tension 25 commence à augmenter, de sorte que l'amplitude du signal de réaction appliqué au conducteur 40 commence à diminuer, ce qui a pour effet de faire également diminuer l'angle de phase de conduction du redresseur commandé au silicium jusqu'à ce que l'énergie fournie à l'induit 42 soit de 30 nouveau juste suffisante pour maintenir l'électrode qui finit alors par s'immobiliser tandis que les conditions de tension et de courant dans l'électrode prennent de nouveau des valeurs prédéterminées.

Dans le cas où la distance comprise entre l'ex- 35 trémité inférieure de l'électrode 14 et le bain 26 devient trop grande, par exemple lorsque l'électrode s'use ou se brise, la tension de l'électrode augmente et son courant diminue. Par conséquent, un signal d'erreur négatif apparaît

sur le conducteur 40, faisant diminuer davantage l'angle de phase du redresseur commandé au silicium. Le rotor 42 reçoit donc un courant insuffisant, de sorte que l'électrode 14 commence à descendre vers le bain 25. Lorsque le rotor 5 42 tourne dans le sens opposé, un signal positif de réaction de vitesse apparaît sur le conducteur 68 pour régler la vitesse de descente de l'électrode. Lorsque l'électrode 14 approche du bain 26, son courant augmente et sa tension diminue, de sorte que l'amplitude du signal 10 négatif de réaction appliqué au conducteur 40 commence à diminuer. Ceci se poursuit jusqu'à ce que les conditions optimales soient de nouveau établies pour l'électrode, auquel cas le signal de réaction présent sur le conducteur 40 devient légèrement positif et l'angle de phase du 15 signal appliqué à la gâchette du redresseur commandé au silicium SCR suffit à maintenir le dispositif à l'état d'équilibre.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées aux fours à arc décrits et représentés sans sortir du cadre de l'invention. 20

REVENDEICATIONS

1. Four à arc électrique comportant au moins une électrode (14), caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (23) d'entraînement destinés à positionner l'électrode par rapport à la charge (26) du four (10), une source (46) d'énergie reliée au moyen d'entraînement pour les actionner, un circuit (32) de détection d'erreur relié à l'électrode afin de produire un signal d'erreur en relation fonctionnelle avec l'amplitude du courant de l'électrode, un élément de commande du flux d'énergie électrique relié à la source d'énergie et aux moyens d'entraînement, un dispositif (58) de commande relié au circuit de détection d'erreur et à l'élément de commande de flux et qui réagit au signal d'erreur de manière à commander le passage de l'énergie électrique par ledit élément de commande du flux d'énergie vers les moyens d'entraînement afin que l'électrode soit positionnée par rapport à la charge du four conformément aux conditions électriques de cette électrode.

2. Four à arc selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un générateur (66) de signal de vitesse connecté aux moyens d'entraînement afin de produire un signal de vitesse en relation fonctionnelle avec la vitesse de déplacement de l'électrode, ce générateur de signal de vitesse étant également relié au dispositif de commande pour additionner algébriquement ce signal de vitesse au signal d'erreur afin que le flux d'énergie électrique fourni aux moyens d'entraînement soit en relation avec la vitesse de ces moyens.

3. Four à arc selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement comprennent un moteur shunt à courant continu (22) comprenant un rotor (42), l'élément de commande du flux d'énergie commandant le passage du courant électrique vers le rotor.

4. Four à arc selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'élément de commande du flux d'énergie électrique comprend un élément de commutation directionnel (SCR) comportant une gâchette (59) et ayant pour fonction

de conduire l'énergie électrique en fonction de l'amplitude et de l'angle de phase d'un signal appliqué à la gâchette, le dispositif de commande comprenant un élément de commande de phase (58) connecté au circuit de détection d'erreur et à la gâchette et qui, en réponse au signal d'erreur, produit un signal de gâchette ayant un angle de phase en relation fonctionnelle avec l'amplitude du signal d'erreur.

5
10 5. Four à arc selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'élément de commutation directionnelle comprend un redresseur commandé (SCR).

15 6. Four à arc selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (34) de mesure du courant électrique, connecté à la source d'énergie et destiné à produire un signal de courant en relation fonctionnelle avec l'amplitude du courant circulant vers les moyens d'entraînement, ce signal de courant étant appliqué à l'élément de commutation directionnelle en étant additionné au signal d'erreur afin que l'angle de phase du signal de gâchette soit en relation avec la somme algébrique du signal d'erreur, du signal de vitesse et du signal de courant.

25 7. Four à arc électrique comportant au moins une électrode (14), caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'entraînement (23) destinés à positionner l'électrode par rapport à la charge (26) du four (10), une source d'énergie (46) connectée aux moyens d'entraînement pour les commander, ces moyens d'entraînement ayant pour fonction d'élever l'électrode lorsque l'amplitude de l'énergie électrique reçue dépasse une valeur prédéterminée, les moyens d'entraînement ne pouvant maintenir l'électrode lorsque l'amplitude de l'énergie reçue est inférieure à une valeur prédéterminée, de manière que l'électrode se déplace vers la charge du four, ce dernier comportant également un circuit (32) de détection d'erreur relié à l'électrode afin de produire un signal d'erreur en relation fonctionnelle avec l'amplitude et le sens des écarts, par rapport à des valeurs prédéterminées, du courant et

de la tension de l'électrode, un élément (SCR) de commande du flux d'énergie électrique, connecté à la source d'énergie et aux moyens d'entraînement, un dispositif (58) de commande connecté au circuit de détection d'erreur et à
5 l'élément de commande du flux d'énergie, ce dispositif de commande réagissant au signal d'erreur en commandant l'énergie fournie aux moyens d'entraînement en fonction de l'amplitude et du sens du signal d'erreur, afin que les moyens d'entraînement soient alimentés suffisamment
10 en énergie pour maintenir l'électrode par rapport à la charge du four lorsque le signal d'erreur est égal à une valeur prédéterminée, ladite alimentation en énergie étant suffisante pour élever l'électrode lorsque le signal d'erreur s'écarte de ladite valeur dans un premier sens,
15 et l'alimentation en énergie étant insuffisante pour maintenir l'électrode lorsque le signal d'erreur s'écarte de ladite valeur dans un second sens.

8. Four à arc selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte un générateur (66) de signal de vitesse relié aux moyens d'entraînement afin de produire un signal de vitesse en relation fonctionnelle avec la vitesse de déplacement de l'électrode, ce générateur de signal de vitesse étant également relié au dispositif de commande afin de moduler ledit signal d'erreur en
20 fonction de la vitesse de déplacement de l'électrode.

9. Four à arc selon l'une des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que l'amplitude de l'énergie circulant vers les moyens d'entraînement est en relation directe avec l'écart entre le signal d'erreur et la valeur
30 prédéterminée.

10. Four à arc selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement comprennent un moteur shunt (22) à courant continu ayant un rotor (42), l'élément de commande du flux d'énergie électrique commandant le flux d'énergie électrique fourni au rotor.
35

11. Four à arc selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'élément de commande du flux d'énergie électrique comprend un élément de commutation directionnelle

(SCR) ayant une gâchette (59) et ayant pour fonction de conduire l'énergie électrique en fonction de l'amplitude et de l'angle de phase d'un signal appliqué à la gâchette, ledit dispositif de commande réagissant au signal d'erreur en produisant un signal de gâchette ayant un angle de phase en relation fonctionnelle avec l'amplitude du signal d'erreur.

12. Four à arc selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'élément de commutation comprend un redresseur commandé (SCR).

13. Four à arc selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (34) de mesure de courant électrique relié à la source d'énergie afin de produire un signal de courant en relation fonctionnelle avec l'alimentation du rotor, ce signal étant également appliqué à l'élément de commutation afin de s'ajouter au signal d'erreur de manière que l'angle de phase du signal de gâchette dépende de la somme algébrique du signal d'erreur, du signal de vitesse et du signal de courant.

