

BREVET D'INVENTION

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

P.V. n° 46.232

N° 1.464.420

SERVICE

Classification internationale :

F 27 d

de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

Appareil pour la mise en position de l'électrode d'un four à arc.

Société dite : MCGRAW EDISON COMPANY résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 18 janvier 1966, à 13^h 59^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 21 novembre 1966.

*(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 53 du 30 décembre 1966.)**(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 17 mai 1965, sous le n° 456.157, au nom de M. Peter Joseph WYNNE.)*

La présente invention se rapporte aux fours à arc électrique et plus spécialement à un appareil pour commander la position des électrodes dans un four à arc électrique du type à électrode consumable et atmosphère contrôlée.

Les fours à arc à électrodes consommables sont utilisés de façon courante pour certaines applications comme la fusion des métaux réfractaires, dont le titane constitue un exemple. D'une façon générale, ces fours comportent une chambre hermétique à l'intérieur de laquelle une électrode consumable est progressivement fondue dans une atmosphère contrôlée, le métal en fusion résultant étant recueilli dans un creuset ou moule pour former un lingot. La fusion est réalisée au moyen d'un arc qui éclate entre l'électrode consumable et le lingot et qui est entretenue par un courant continu relativement intense. Lors de la formation du lingot, la longueur de l'électrode diminue progressivement, de sorte qu'elle doit être abaissée afin de conserver la longueur d'arc correcte dans les conditions de fusion désirées. A cet effet, des fours connus utilisent un support d'électrode entraîné par un moteur électrique servant à déplacer l'électrode vers le lingot en fonction des conditions électriques régnant dans l'arc.

Outre ce déplacement général vers le bas de l'électrode au fur et à mesure de la formation du lingot, cette électrode doit également être réglée par rapport au lingot quand le courant et la tension de l'arc varient. Ainsi, l'électrode doit être relevée quand le courant de l'arc augmente, ce qui indique que cet arc est trop court, et elle doit être abaissée quand la tension de l'arc augmente, ce qui indique que cet arc est trop long. Ces variations du courant et de la tension exigent une inversion continue du sens de rotation du moteur d'entraînement électrique. Par suite de l'inertie des moteurs électriques, la vitesse de réponse et la sensi-

bilité des systèmes de commande d'électrodes connus sont relativement limitées.

L'invention est matérialisée dans un appareil pour le positionnement de l'électrode d'un four à arc électrique comportant un circuit engendrant un signal électrique représentant les conditions électriques dans l'électrode et un moteur hydraulique réversible accouplé à l'électrode afin d'assurer son positionnement caractérisé en ce qu'un dispositif hydraulique fournissant une sortie de sens et d'amplitude variables, est accouplé au moteur afin de lui fournir un liquide selon un débit qui est déterminé par l'amplitude et dans un sens qui est déterminé par le sens de la variation de la sortie, des organes réactifs couplés à cette sortie engendrant un signal électrique réactif présentant une relation fonctionnelle avec l'amplitude et le sens de la variation de la sortie, un servo-dispositif monté de façon à recevoir le signal représentant les conditions dans l'électrode et le signal réactif agissant pour faire varier l'amplitude et le sens de la sortie afin de provoquer le déplacement de l'électrode par rapport à la matière formant la pièce, dans une direction et à une vitesse qui sont fonctions des valeurs relatives des signaux.

La description qui va suivre, faite en regard des dessins annexés, donnés à titre non limitatif, permettra de mieux comprendre l'invention :

La figure 1 est une vue de profil avec coupe partielle d'un four à arc électrique à électrode consumable équipé suivant l'invention ;

La figure 2 montre schématiquement l'appareil de commande et d'entraînement de l'électrode destiné au four visible sur la figure 1 ;

Les figures 3 et 4 montrent une partie de l'appareil de commande représenté sur la figure 2, dans différentes positions ;

La figure 5 montre schématiquement une variante de réalisation de l'invention.

D'une façon générale, l'invention concerne un four à arc électrique comportant une électrode et un récipient recevant le métal en fusion, ainsi qu'un circuit engendrant un signal électrique représentant les conditions électriques régnant dans l'électrode, un moteur hydraulique réversible assurant le positionnement de l'électrode, et une pompe hydraulique fournissant une sortie dont le sens et l'amplitude sont variables. La pompe est accouplée au moteur afin de fournir un liquide à ce moteur selon un débit déterminé par l'amplitude et dans un sens défini par le sens de la variation de la sortie de la pompe. En outre, des organes réactifs sont conjugués à la sortie de la pompe pour fournir un signal électrique réactif qui est fonction de l'amplitude et du sens de la variation de cette sortie de la pompe, et un servo-dispositif est monté de façon à recevoir le signal correspondant à la condition de l'électrode et le signal réactif et à faire varier l'amplitude et le sens de la sortie de la pompe de façon telle que l'électrode soit déplacée par rapport à la matière formant la pièce dans une direction et à une vitesse qui sont fonctions des valeurs relatives des signaux.

On a représenté sur la figure 1 un four à arc électrique à électrode consumable et atmosphère contrôlée désigné d'une façon générale par la référence 10. Ce four comporte une partie 11 contenant un creuset, une zone de passage intermédiaire 12; et un mécanisme supérieur 13 d'entraînement de l'électrode.

La partie 11 comprend une enveloppe externe 15 sensiblement cylindrique, munie d'un fond 16 qui est fixé sur elle de façon étanche au moyen de boulons 18, afin de ménager un chemisage de refroidissement pour un creuset 22 logé dans ce chemisage et recevant le lingot 23 formé à partir du métal fondu. L'enveloppe 15 est associée à un conduit 24 d'arrivée du fluide de refroidissement et à un conduit de sortie 25. Une plaque de montage horizontale 26 supportée au voisinage de l'extrémité supérieure de l'enveloppe 15 par des colonnes verticales 28, présente un orifice central 29 pour la réception de l'extrémité supérieure du creuset 22. Une bride 32 s'étendant vers l'extérieur à partir de l'extrémité supérieure de ce creuset 22 est fixée sur la face supérieure de la plaque de montage 26 au moyen de boulons 34. Un joint 35 est disposé autour de la périphérie de l'orifice 29, au-dessous de la bride 32.

La zone de passage 12 du four 10 comprend un carter cylindrique externe 36 qui est sensiblement coaxial au creuset 22 et qui est fixé sur l'extrémité supérieure de celui-ci par des boulons 34 traversant une bride 38 orientée vers l'extérieur, prévue à l'extrémité inférieure de ce carter 36. Une seconde bride 39 s'étend vers l'extérieur à partir de l'extrémité supérieure du carter 36, pour la

réception d'un joint annulaire 40 et d'une plaque formant couvercle 42, qui sont fixés sur la bride 39 au moyen de boulons 44. Le couvercle 42 recouvre la cavité 45 ménagée par le creuset 22 et le carter 36 de la zone de passage.

Une électrode 46 est disposée à l'intérieur de la cavité 45; elle présente un bout d'arbre 48 qui est solidaire de son extrémité supérieure, en vue de la fixation amovible d'un tube porte-électrode 49 par un collier 50. Le tube 49 traverse à coulissement un manchon d'étanchéité 56 prévu dans le couvercle 42, de façon à réaliser un joint étanche au fluide pour la cavité 45 et à assurer en outre l'isolation électrique de l'électrode 46 par rapport à la plaque formant couvercle 42.

Un conduit 57 est relié au carter 36 et communique avec l'intérieur de la cavité 45 afin de mettre cette dernière en communication avec un appareil à faire le vide ou avec une source de gaz inerte si un vide partiel ou une atmosphère constituée par un gaz inerte est nécessaire pendant l'opération de fusion.

Le dispositif 13 d'entraînement de l'électrode est supporté au-dessus du couvercle 42 par des tiges verticales 65 dont les extrémités inférieures sont fixées sur ce couvercle 42 et dont les extrémités supérieures supportent un plateau ou une table supérieure 66. Le dispositif d'entraînement comprend une première plaque 68, qui est en principe triangulaire et qui est fixée sur l'extrémité supérieure du tube porte-électrode 49, et une seconde plaque 70 en principe triangulaire, disposée verticalement au-dessus de la plaque 68 et associée à un écrou 71 fixé dans un orifice 72 ménagé dans cette plaque et concentrique au tube porte-électrode 49. Un élément tubulaire 74 est monté à coulissement sur chacune des tiges de support 65; chaque élément 74 est fixé à son extrémité inférieure sur la première plaque triangulaire 68 et à son extrémité supérieure sur la seconde plaque triangulaire 70, de sorte que les plaques 68 et 70 sont accouplées et peuvent se déplacer verticalement par coulissement sur les tiges de support 65.

Le dispositif 13 d'entraînement de l'électrode comprend également un moteur d'entraînement hydraulique 76, qui est monté judicieusement au-dessus de la plaque supérieure 66, et une tige filetée d'entraînement 77, qui coopère avec l'écrou fixe 71 prévu dans la seconde plaque triangulaire 70 et qui s'étend verticalement vers le bas à travers les orifices 78 et 80 ménagés dans les plaques 66 et 68 respectivement, pour pénétrer à l'intérieur du tube porte-électrode 49. Un pignon 81 est monté sur l'arbre de sortie 82 du moteur 76 et attaque un pignon 84 fixé sur l'extrémité supérieure de la tige filetée 77 et monté à rotation autour de l'orifice 78 ménagé dans la plaque 66 au moyen d'un palier convenable 85.

L'énergie électrique est fournie à l'électrode 46 par l'intermédiaire d'une borne 88 prévue sur la plaque 68, étudiée de façon à recevoir un conducteur souple 89. Le courant passe de la plaque 68 à travers le tube porte-électrode 49, le collier 50 et le bout d'arbre 48, pour parvenir à l'électrode 46. Des manchons isolants 90 en matière convenable isolent les tiges de guidage 65 par rapport aux plaques 68 et 70 et aux éléments tubulaires 74.

Comme décrit plus en détail plus loin, le moteur 76 est commandé en fonction des conditions de tension et de courant régnant dans l'électrode par un dispositif de commande hydraulique 94 qui est relié au moteur 76 par des conduits 95 et 96. Ce dispositif de commande hydraulique 94 provoque la rotation du moteur 76 dans un sens capable de maintenir l'arc créé entre l'électrode 46 et le lingot 23 à une longueur relativement uniforme. On voit à l'examen de la figure 1 que la rotation du moteur 76 fait tourner la tige filetée 77 par l'intermédiaire du pignon 81 et du pignon 84. Lorsque cette tige filetée 77 tourne, un mouvement relatif est produit entre elle et l'écrou 71 fixé sur la plaque 70. Ceci provoque le déplacement de cette plaque 70 dans un sens qui est déterminé par le sens de rotation de la tige 77, et ce déplacement est transmis à l'électrode 46 par l'intermédiaire des éléments tubulaires 74 de la plaque 68 et du tube porte-électrode 49.

Si l'on se reporte à la figure 2, on voit que le dispositif de commande hydraulique 94 prévu pour le moteur 76 y est représenté plus en détail. Il comprend une pompe 98, une vanne de servo-commande 99, un transducteur de réaction 100, et un circuit de commande 101. La pompe 98 est entraînée de façon continue par un moteur 103; le sens et l'amplitude de sa sortie, qui est transmise au moteur hydraulique 76, dépend de la position du plateau incliné 104 de cette pompe. Le circuit de commande 101 est couplé au conducteur 89 d'excitation de l'électrode, afin de détecter le courant et la tension dans l'électrode; il est connecté en outre au transducteur de réaction 100, qui détecte la position du plateau incliné 104 de la pompe.

La vanne de servo-commande 99 est reliée au circuit de commande 101 afin de détecter un signal d'erreur produit par une modification des conditions de tension et de courant dans l'électrode, ce qui indique que la longueur de l'arc produit par l'électrode doit être corrigée. Elle assure un nouveau réglage du plateau incliné 104 de la pompe en fonction de ce signal d'erreur. Le transducteur de réaction 100 est amené à son tour dans une nouvelle position, qui est fonction de la position de ce plateau incliné 104.

Les techniciens spécialisés dans ce domaine comprendront que, lorsque l'électrode 46 se rapproche du lingot 23, la résistance de l'arc diminue, de

sorte qu'il en résulte une augmentation du courant dans l'arc et une diminution de sa tension. Inversement, lorsque la distance entre l'électrode 46 et le lingot 23 augmente, la résistance de l'arc augmente également, et il en résulte une réduction du courant et une augmentation de la tension. Quand la distance entre l'électrode 46 et le lingot 23 a la valeur prédéterminée désirée, les signaux représentant cette tension et ce courant et les signaux provenant du transducteur de réaction 100 fournissent un signal d'erreur égal à zéro, de sorte que la vanne de servo-commande 99 maintient le plateau incliné 104 dans sa position pour conserver cet écartement de l'électrode.

Si l'on considère maintenant plus spécialement la pompe hydraulique 98, on voit qu'elle comporte un carter extérieur 106, qui supporte à rotation les extrémités opposées d'un arbre d'entrée 107 accouplé au moteur 103 de façon à être entraîné en rotation dans le même sens à une vitesse constante. L'arbre 107 traverse un orifice 109 du plateau incliné 104 et est relié à pivotement à un anneau 110 qui coopère par coulissement avec une cavité circulaire 112 ménagée dans ce plateau incliné 104. Un bloc-cylindres 113 est relié à l'extrémité opposée de l'arbre 107, avec lequel il tourne. Ce bloc 113 présente plusieurs cylindres de pompe 115, dont chacun est associé à un piston 116. Chacun des pistons 116 est relié judicieusement par une tige 118 à l'anneau 110.

En outre, deux cylindres de positionnement 120 sont prévus dans le carter 106; chacun d'eux est associé à un piston de positionnement 121, qui est relié aux côtés opposés du plateau inclinable 104 par des tiges 122. On comprendra que l'angle d'inclinaison du plateau 104 est déterminé par les positions des pistons 121, qui déterminent ainsi également la position angulaire de l'anneau 110.

Lorsque l'arbre 107 est entraîné en rotation de manière à faire tourner l'anneau 110 et le bloc-cylindres 113, le plateau inclinable 104 demeure immobile; l'anneau 110 oscille alors de façon à déplacer les pistons 116 vers l'intérieur et vers l'extérieur par rapport aux cylindres associés 115. Quand le plateau inclinable 104 occupe la position représentée sur la figure 2, le piston inférieur 116 termine sa course de pompage, tandis que le piston supérieur 116 termine sa course d'admission.

On comprendra que la longueur de la course des pistons 116, et en conséquence la quantité de fluide pompé, sont déterminées par l'angle d'inclinaison du plateau 104. Ainsi, alors que du fluide s'écoule de la pompe vers le moteur quand le plateau 104 est incliné (comme montré sur les fig. 2 et 4) aucun fluide n'est pompé quand ce plateau 104 occupe la position neutre visible sur la figure 3. Par ailleurs, le sens d'inclinaison du plateau 104 détermine le sens d'écoulement du fluide. Ainsi, lors-

que le plateau 104 occupe la position visible sur la figure 2, le fluide est pompé dans un sens, tandis que lorsque ce plateau 104 occupe la position inverse visible sur la figure 4, l'écoulement du fluide s'effectue en sens opposé.

La vanne de servo-commande 99 comprend un boisseau 125 présentant un premier orifice de sortie 127 et un second orifice de sortie 128, qui sont reliés respectivement par des conduits 129 et 131 à l'un des cylindres de positionnement 120. En outre, le boisseau 125 présente un orifice d'entrée 130, qui est relié par un conduit 132 à une petite pompe pilote 133. La vanne de servo-commande 99 comprend également un tiroir 135, disposé dans un alésage 136 ménagé dans le boisseau 125 et relié à chacun des orifices de sortie 127 et 128 et à l'orifice d'entrée 130. Ce tiroir 135 est relié par une tige 137 à l'armature ou induit 138 d'un moteur-couple 140. Ce moteur-couple 140 comprend également deux enroulements L1 et L2, qui sont couplés au circuit de commande 101 d'une façon qui sera décrite plus en détail plus loin.

Le transducteur de réaction 100 est formé par un transformateur linéaire différentiel à rapport variable comprenant un enroulement primaire L3 connecté à une source de courant alternatif 145 et deux enroulements secondaires L4 et L5 connectés au circuit de commande 101 d'une manière décrite plus loin. En outre, le transducteur de réaction comprend une armature 150, qui est reliée par une tige 151 à un bras de positionnement 153 fixé sur le plateau inclinable 104. Comme le comprendront les techniciens spécialisés dans ce domaine, la tension de sortie obtenue sur chacun des enroulements secondaires L4 et L5 est déterminée par la position de l'armature 150, qui est elle-même déterminée par le degré d'inclinaison du plateau 104.

Le circuit de commande 101 détecte le courant dans l'électrode au moyen d'un transformateur d'intensité 158 dont l'enroulement secondaire est couplé au conducteur 89 d'alimentation de l'électrode et est connecté aux bornes d'un potentiomètre R1, de manière à fournir un signal dont la tension est proportionnelle au courant dans l'électrode. Ce signal est appliqué à une première résistance R2 par l'intermédiaire d'un transformateur de tension 180. Ainsi, une tension est produite aux bornes de la résistance R2, et cette tension est proportionnelle au courant dans l'électrode.

La tension dans l'électrode est détectée au moyen d'un potentiomètre R3, qui est connecté au conducteur 89 et dont le curseur est relié à l'enroulement primaire d'un transformateur de tension 182. L'enroulement secondaire du transformateur 182 est connecté aux bornes d'une seconde résistance R4, de sorte qu'un signal formé par une tension apparaissant aux bornes de la résistance R4 est pro-

portionnel à la tension à travers l'électrode 46.

Le circuit de commande 101 comprend également une seconde paire de résistances R5 et R6, qui sont montées en série entre les résistances R2 et R4. L'un des enroulements secondaires L4 du transducteur de réaction 100 est connecté aux bornes de la résistance R5, et l'autre enroulement secondaire L5 est monté aux bornes de la résistance R6. En outre, un des enroulements L1 du moteur-couple 140 est connecté aux bornes des résistances R2 et R5, et le second enroulement L2 est connecté aux bornes des résistances R4 et R6.

Le moteur 76 est identique à la pompe 98, sauf que son plateau inclinable 160 est fixé sur l'arbre de sortie 82. La vitesse de rotation du moteur 76 est déterminée par le débit selon lequel le fluide est fourni à des cylindres 161 ménagés dans un bloc-cylindres 162 qui est relié au bloc-cylindres 113 de la pompe 98 par les conduits 95 et 96. Ce fluide agit sur les pistons 164 et provoque la rotation de l'arbre 82 par l'intermédiaire du plateau 160, qui est accouplé avec cet arbre. En outre, le sens de rotation du moteur 76 est déterminé par le sens dans lequel le plateau inclinable 104 de la pompe 98 est incliné.

On supposera, pour plus de facilité, que la tension et le courant dans l'électrode ont des valeurs désirées prédéterminées, de sorte que l'électrode doit demeurer au repos. Dans cette condition de travail, le plateau inclinable 104 de la pompe occupe sa position neutre représentée sur la figure 3, dans laquelle aucune sortie n'est obtenue pour le moteur 76, qui demeure donc au repos.

Si la distance entre l'électrode 46 et le lingot 23 devient trop grande, de sorte qu'il se produit une augmentation de la tension de l'arc et une réduction du courant dans celui-ci, la chute de tension à travers la résistance R4 augmente, et celle à travers la résistance R2 diminue. En conséquence, la tension appliquée à l'enroulement L2 du moteur-couple 140 augmente, tandis que la tension appliquée à l'enroulement L1 diminue. L'induit 138 va alors se déplacer vers la gauche (en regardant la fig. 2) ce qui fait communiquer l'orifice de sortie 127 de la vanne de servo-commande 99 avec l'orifice d'entrée 130, de sorte que le piston de positionnement supérieur 121 va se déplacer vers la gauche pour incliner le plateau 104 afin de l'amener dans la position représentée sur la figure 2. En conséquence, la pompe 98 va commencer à envoyer du fluide au moteur 76, pour le faire tourner vers l'avant. Le moteur 76 va donc se mettre à tourner vers l'avant, ce qui va abaisser l'électrode 46.

Lorsque le plateau inclinable 104 pivote jusqu'à la position avant représentée sur la figure 2, l'armature 150 se déplace vers l'enroulement L4 et s'écarte de l'enroulement L5, ce qui augmente la

tension de sortie de cet enroulement *L4* et réduit la tension de sortie de cet enroulement *L5*. En conséquence, la chute de tension aux bornes de la résistance *R5* croît, et la chute de tension aux bornes de la résistance *R6* diminue, de sorte que la tension totale du signal appliqué à l'enroulement *L1* du moteur-couple 140 augmente, tandis que la tension appliquée à l'enroulement *L2* diminue. Quand ces tensions sont revenues à un état d'équilibre, l'induit 138 du moteur-couple 140 est retourné à sa position neutre, ce qui isole l'orifice de sortie 127 de la vanne de servo-commande 99 par rapport à l'orifice d'entrée 130.

Lorsque le moteur 76 tourne pour déplacer l'électrode 46 afin de la rapprocher du lingot 23, le courant dans l'électrode commence à croître et sa tension diminue. Il en résulte une augmentation proportionnelle de la chute de tension aux bornes de la résistance *R2* et une réduction proportionnelle de la tension aux bornes de la résistance *R4*, de sorte qu'un signal d'erreur est à nouveau détecté par le circuit du moteur-couple 140. Ceci déplace l'induit 138 vers la droite (en regardant la fig. 2) afin de faire communiquer l'orifice d'entrée 130 de la vanne du servo-commande 99 avec l'orifice de sortie 128. En conséquence, le plateau inclinable 104 revient à sa position neutre visible sur la figure 3, de sorte que la sortie fournie au moteur 76 diminue et que ce moteur commence à ralentir. Quand l'électrode 46 parvient à la position désirée par rapport au lingot 23, le plateau inclinable 104 est revenu à sa position neutre, visible sur la figure 3, et le moteur 76 est arrêté.

Si la distance entre l'électrode 46, et le lingot 23 devient trop faible, de sorte qu'un déplacement de l'électrode vers le haut est nécessaire, le courant dans l'électrode augmente et sa tension diminue, ce qui provoque des variations correspondantes de la tension proportionnelle au courant aux bornes de la résistance *R2* et de la tension proportionnelle à la tension aux bornes de la résistance *R4*. Ceci provoque un déplacement de l'induit 138 vers la droite (en regardant la fig. 2) afin de faire communiquer l'orifice de sortie 128 de la vanne de servo-commande 99 avec l'orifice d'entrée 130. Le plateau inclinable 104 va alors s'incliner vers la position inverse représentée sur la figure 4, ce qui fait tourner le moteur en sens inverse, en déplaçant l'électrode 46 vers le haut. Lors du pivotement du plateau inclinable 104, l'armature 150 du transducteur de réaction commence à se déplacer vers l'enroulement *L5* et s'écarte de l'enroulement *L4*, ce qui augmente le potentiel aux bornes de la résistance *R6* et réduit le potentiel aux bornes de la résistance *R5*. Le potentiel à travers l'enroulement *L2* du moteur-couple 140 augmente alors et le potentiel à travers l'enroulement *L1* diminue, ce qui provoque le déplacement de l'induit 138

vers sa position neutre, pour isoler l'orifice de sortie 128 par rapport à l'orifice d'entrée 130.

Lorsque l'électrode 46 s'écarte du lingot 23, la tension aux bornes de la résistance *R4* commence à croître, et la tension aux bornes de la résistance *R2* diminue, de sorte que le moteur-couple 140 est de nouveau déséquilibré, ce qui provoque un déplacement vers la droite du tiroir 135. En conséquence, une pression est appliquée au piston de positionnement supérieur 121, de sorte que le plateau inclinable 104 est ramené à sa position neutre et que le moteur 76 tourne à une vitesse plus faible. Quand l'électrode 46 atteint la position désirée par rapport au lingot 23, le système est de nouveau en équilibre et la pompe 98 occupe sa position neutre visible sur la figure 3.

Les techniciens spécialisés dans ce domaine comprendront que le circuit de commande 101 fonctionne également d'une façon analogue si le signal formé par une tension proportionnelle au courant, appliqué à la résistance *R2*, ou le signal formé par une tension proportionnelle à la tension, appliqué à la résistance *R4*, est remplacé par une source de tension de référence.

On voit à la lecture de la description qui précède que l'appareil de positionnement représenté sur la figure 2 fournit une commande différentielle de l'électrode avec une vitesse de réponse relativement grande. En outre, étant donné que l'inertie du moteur 76 est faible, puisque seule une petite quantité d'huile se trouve sous pression, et en outre que la vitesse à laquelle ce moteur 76 tourne dépend de la distance dont l'électrode 46 s'écarte de la position désirée par rapport au lingot 23, le dispositif présente un pouvoir résolutoire relativement élevé, en ce sens qu'il se rapproche plus étroitement d'un point donné que les systèmes électriques ou hydrauliques classiques. Par ailleurs, du fait que la vitesse du moteur 76 varie avec l'inclinaison du plateau 104, on peut obtenir une gamme de vitesses beaucoup plus large que dans le cas des systèmes électriques ou hydrauliques connus. En outre, par suite de l'inertie relativement faible du système, le dispositif d'entraînement peut être arrêté et inversé plus rapidement que dans le cas des systèmes classiques de déplacement des électrodes.

Les techniciens spécialisés dans ce domaine comprendront que, dans le cas d'un four triphasé comportant trois électrodes 46 et trois conducteurs d'excitation séparés 89 connectés à un système d'alimentation triphasé, un moteur 76 et un dispositif de commande hydraulique 94 sont prévus pour chacune de ces électrodes.

On a représenté schématiquement sur la figure 5 une variante de réalisation de l'invention dans laquelle le moteur 76 et la pompe 98' fournissent chacun un débit fixe. Pour cette raison, la com-

mande du sens et du débit d'écoulement du fluide est assurée par la vanne de servo-commande 99'. A moins que le contraire ne soit spécifié, chacun des éléments du mode de réalisation représenté sur la figure 5 est identique à l'élément correspondant du mode de réalisation visible sur la figure 2 et est désigné par la même référence.

La vanne de servo-commande 99' est représentée schématiquement; elle comprend un boisseau 166 et un tiroir 167 monté à coulissement dans ce boisseau 166 et présentant des cavités annulaires axialement espacées 168, 169 et 170. En outre, le tiroir 167 est muni d'un canal oblique 171 s'étendant à partir de la cavité 168 de telle sorte que, lorsque ce tiroir 167 se trouve dans sa position neutre visible sur la figure 5, le conduit 172 de sortie de la pompe soit relié au conduit de retour 173 de cette pompe par le conduit 174. Le moteur 76 est mis en communication avec le boisseau 166 par un premier et un second conduits 176, 177. Quand le tiroir 167 se trouve dans sa position neutre visible sur la figure 5, le conduit 176 est intercalé entre les cavités 168 et 169, et le conduit 177 relie les cavités 169 et 170, de sorte que le moteur 76 est isolé par rapport à la pompe 98', l'électrode 46 demeurant au repos.

On rappellera que si la distance entre l'électrode 46 et le lingot 23 devient trop grande, la tension appliquée à l'enroulement L2 du moteur-couple 140 augmente, tandis que la tension appliquée à l'enroulement L1 de ce moteur-couple diminue. De cette façon, l'induit 138 se déplace vers le bas (sur la fig. 5), ce qui met le conduit de sortie 172 de la pompe en communication avec le conduit 177 du moteur, par l'intermédiaire de la cavité 170 ménagée dans le tiroir 167. En outre, le conduit de retour 173 de la pompe est relié au conduit 176 du moteur par l'intermédiaire de la cavité 167, tandis que le conduit en dérivation 174 est isolé par rapport au canal 171. En conséquence, le fluide s'écoule depuis la pompe 98' vers le moteur 76 dans le sens avant, ce qui provoque la rotation de ce moteur 76 dans un sens qui abaisse l'électrode 46. On comprendra que la quantité de fluide qui s'écoule vers le moteur 76 et qui commande la vitesse de rotation de ce moteur est déterminée par le degré de déplacement du tiroir 167 à partir de sa position neutre.

On comprendra également que, du fait que l'induit 138 est relié à l'armature 150 par la tige 137', cette armature 150 va également se déplacer vers le bas et vers l'enroulement L4, en s'écartant de l'enroulement L5. Ceci augmente la tension de sortie de l'enroulement L4 et réduit la tension de sortie de l'enroulement L5. En conséquence, le signal total formé par une tension, appliqué à l'enroulement L1 du moteur-couple 140, croît, tandis que la tension appliquée à l'enroulement L5 diminue.

L'induit 138 du moteur-couple 140 va alors commencer à revenir à sa position neutre, pour isoler le moteur 76 de la pompe 98' quand l'équilibre est de nouveau atteint.

Si par ailleurs la distance entre l'électrode 46 et le lingot 23 devient trop faible, de sorte qu'un déplacement de l'électrode vers le haut est nécessaire, le courant dans l'électrode augmente et la tension baisse, ce qui va provoquer le déplacement vers le haut de l'induit 138 (en regardant la fig. 5). En conséquence, le conduit 176 du moteur est mis en communication avec le conduit de sortie 172 de la pompe, par l'intermédiaire de la cavité 168, tandis que le conduit 177 est mis en communication avec le conduit de retour 173 de cette pompe par la cavité 169. Le moteur 176 tourne alors dans le sens inverse pour relever l'électrode 46, et lorsque la distance requise est obtenue, le système est ramené à une condition d'équilibre de la manière décrite précédemment.

Des modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits, dans le domaine des équivalences techniques, sans s'écarter de l'invention.

RÉSUMÉ

1° Appareil pour la mise en position de l'électrode d'un four à arc électrique comportant un circuit engendrant un signal électrique représentant les conditions électriques régnant dans l'électrode et un moteur hydraulique réversible relié à cette électrode afin d'assurer son positionnement, caractérisé en ce qu'un dispositif hydraulique dont la sortie varie en sens et en amplitude est accouplé au moteur de manière à lui fournir un liquide selon un débit déterminé par l'amplitude et dans un sens défini par le sens de la variation de cette sortie, des organes réactifs couplés à cette sortie engendrant un signal électrique réactif fonction de l'amplitude et du sens de la variation de cette sortie, un servo-dispositif recevant le signal représentant les conditions dans l'électrode et le signal de réaction agissant de façon à faire varier l'amplitude et le sens de cette sortie afin de provoquer le déplacement de l'électrode par rapport à la matière formant la pièce dans un sens et à une vitesse qui sont fonctions des amplitudes relatives des signaux.

2° Modes de réalisation de cet appareil, présentant les particularités suivantes, considérées séparément ou collectivement :

a. Le dispositif hydraulique est constitué par une pompe à débit variable;

b. Le dispositif hydraulique comprend une pompe hydraulique rotative reliée au moteur hydraulique et un arbre d'entrée entraîné en rotation à une vitesse sensiblement constante;

c. Le dispositif hydraulique comprend une pompe hydraulique et la sortie précitée est associée à un élément de commande dont le sens et l'amplitude sont variables et qui est prévu entre la pompe et le moteur pour commander le sens et l'amplitude d'écoulement du fluide entre ces deux dispositifs;

d. L'arbre de sortie du moteur hydraulique est relié à l'électrode;

e. Le circuit engendrant un signal électrique comprend un premier organe fournissant un signal proportionnel à la tension dans l'électrode et un second organe fournissant un signal proportionnel au courant dans l'électrode;

f. La pompe hydraulique rotative comporte un élément de commande dont le sens et l'amplitude varient à partir d'une position neutre, un transformateur linéaire comportant deux enroulements

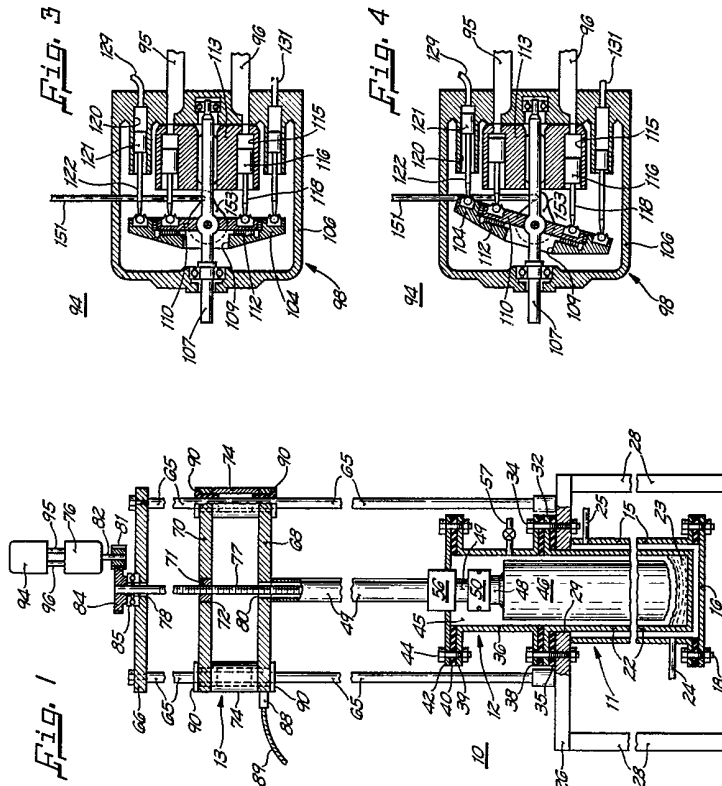
secondaires et une armature reliée à cet élément de commande, le servo-dispositif comprenant un moteur-couple monté de façon à recevoir le signal représentant les conditions dans l'électrode et relié à ces enroulements secondaires en vue de la réception du signal de réaction;

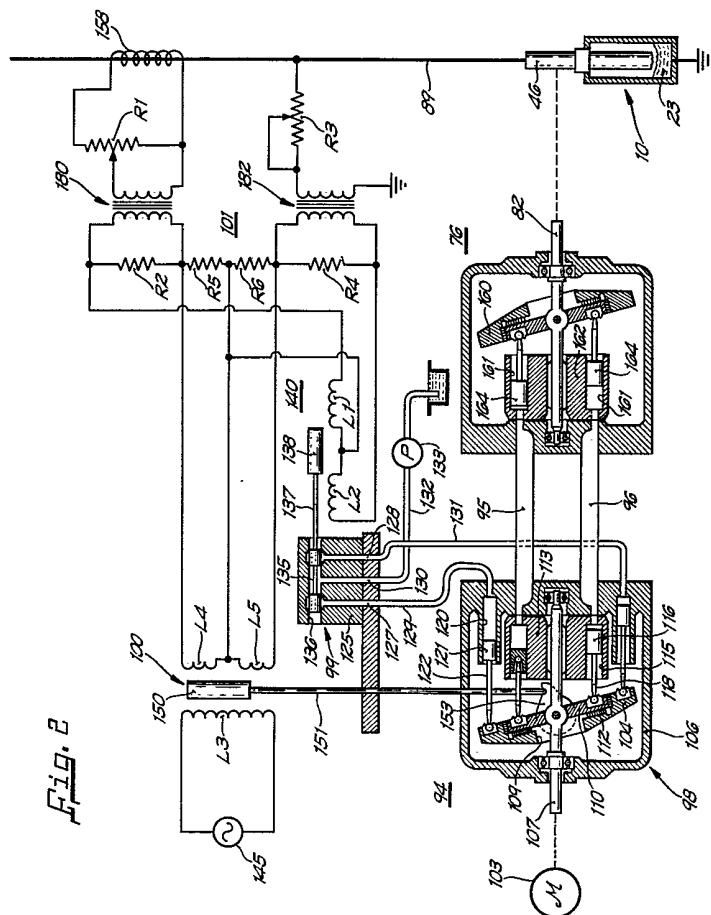
g. Le moteur-couple est également relié à cet élément de commande afin de faire varier l'amplitude et le sens du déplacement dudit élément de commande à partir de sa position neutre en fonction de l'amplitude des signaux, pour provoquer un déplacement de l'électrode par rapport à la pièce dans un sens tendant à ramener cet élément de commande à une position neutre.

Société dite : MCGRAW EDISON COMPANY

Par procuration :

Cabinet MAULVAULT





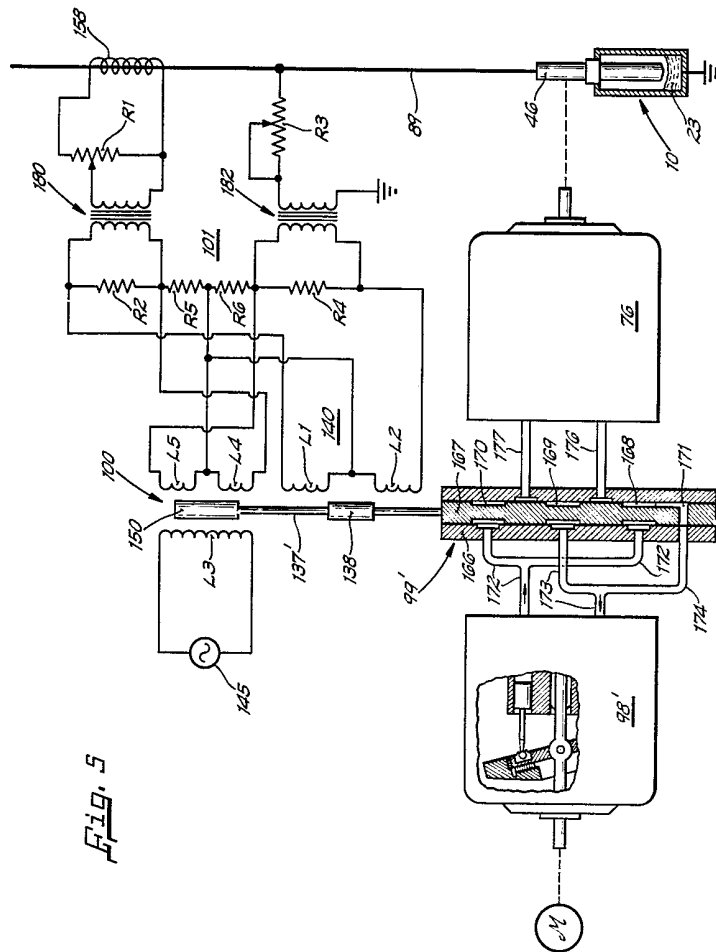


Fig. 5