



MINISTRE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

N° 897.556

Classif. Internat.: B23K / F16L

Mis en lecture le:

20 -02- 1984

LE Ministre des Affaires Economiques,

*Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention;**Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle;**Vu le procès-verbal dressé le 18 août 19 83 à 15 h. 20*

au Service de la Propriété industrielle;

ARRÊTE :

Article 1. - Il est délivré à la Sté dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION
Westinghouse Building, Gateway Center, Pittsburgh,
Pennsylvania 15222 (Etats-Unis d'Amérique),

repr. par le Bureau Gevers S.A. à Bruxelles,

un brevet d'invention pour: Procédé et appareil à pression différentielle
pour l'assemblage d'un manchon et d'un tube,

qu'elle déclare avoir fait l'objet de demandes de brevet
déposées aux Etats-Unis d'Amérique le 18 août 1982,
n°s 409.208 au nom de I. Stol et n° 409.209 au nom de
R.M. Kobuck et A.F. Jacobs dont elle est l'ayant cause.

Article 2. - Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 20 février 1984

PAR DELEGATION SPECIALE:

Le Directeur


L. WUYTS

09750

MEMOIRE DESCRIPTIF

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

formée par

la société dite :

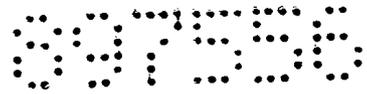
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

pour :

"Procédé et appareil à pression différentielle pour l'assemblage d'un manchon et d'un tube"

Priorité de deux demandes de brevet déposées aux
Etats-Unis d'Amérique le 18 août 1982, sous les Nos.
409.208 au nom de I. Stol et n° 409.209 au nom de R.M.
Kobuck et A.F. Jacobs





PROCEDE ET APPAREIL A PRESSION DIFFERENTIELLE
POUR L'ASSEMBLAGE D'UN MANCHON ET D'UN TUBE

La présente invention se rapporte aux procédés d'assemblage métallurgique et concerne plus particulièrement un procédé et un appareil de soudage ou de brasage d'un manchon dans un tube.

5 Dans des échangeurs thermiques du type à tubes un premier fluide circule dans les tubes de l'échangeur tandis qu'un second fluide entoure l'extérieur des tubes de sorte qu'un échange thermique se produit entre les deux fluides. Il arrive que l'un des
10 tubes devienne défectueux de sorte qu'une fuite se produit et permet aux fluides de se mélanger. Quand cela se produit, il est quelquefois nécessaire de boucher le tube pour que le fluide n'y circule plus ou de réparer le tube afin d'éviter qu'il ne fuit.

15 Dans des centrales électriques à réacteur nucléaire, les échangeurs thermiques du type à tubes sont couramment appelés des générateurs de vapeur. Lorsqu'un défaut se produit dans un tube d'un générateur de vapeur nucléaire, cela permet que le caloporteur dans
20 le tube se mélange avec le caloporteur à l'extérieur du tube et un problème plus important se pose. Non

seulement cette situation conduit à un échangeur thermique inefficace, mais soulève aussi un problème de contamination radioactive. Etant donné que le fluide qui circule dans les tubes d'un générateur de vapeur nucléaire est généralement radioactif, il importe qu'il ne puisse fuir des tubes et contaminer le fluide qui les entoure. Par conséquent, lorsqu'une fuite se produit dans un tube d'échanges thermiques de générateur de vapeur nucléaire, le tube doit être bouché ou réparé de manière que le caloporteur ne puisse plus fuir. Cela évite la contamination du fluide entourant les tubes.

Plusieurs procédés sont connus dans la technique pour réparer des tubes d'échanges thermiques ; mais la plupart de ces procédés ne sont pas applicables à la réparation des tubes d'échanges thermiques quand ces derniers ne sont pas facilement accessibles. Par exemple, dans un générateur de vapeur nucléaire, le fait qu'un tube d'échanges thermiques défectueux ne soit pas accessible physiquement et la nature radioactive de l'environnement entourant les tubes d'échanges thermiques soulèvent des problèmes particuliers pour la réparation des tubes qui n'apparaissent normalement pas dans d'autres échangeurs thermiques. Pour ces raisons, des procédés spéciaux ont été développés pour réparer les tubes d'échanges thermiques dans les générateurs de vapeur nucléaires. En général, le procédé utilisé pour réparer un tube d'échanges thermiques d'un générateur de vapeur nucléaire est un procédé selon lequel un manchon métallique dont le diamètre extérieur est légèrement inférieur au diamètre intérieur du tube défectueux est introduit dans ce dernier et fixé dans le tube pour couvrir la région défectueuse. Ce type de procédé de réparation est généralement appelé un "manchonnage". Les développements antérieurs du manchonnage ont été orientés sur l'obtention

d'un joint relativement sans fuite entre le manchon et le tube, par brasage, soudage à l'arc, soudage par explosion ou autres. En raison de la nécessité de surfaces propres, d'ajustage précis, d'application
 5 de chaleur et de contrôle atmosphérique, ces techniques d'assemblage métallurgique posent des problèmes qui ne sont pas faciles à résoudre dans des domaines tels que les générateurs de vapeur nucléaires où l'accès humain est limité.

10 , Selon un procédé de manchonnage par brasage tel que décrit dans la demande de brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 185.654, déposée le 9 septembre 1980 au nom de R.D. Burack, il est nécessaire de chauffer le métal à braser afin de former une brasure entre le
 15 manchon et le tube. Un moyen de chauffer la matière de brasage consiste à introduire un appareil de chauffage dans le manchon de manière à le chauffer par l'intérieur ainsi que la matière de brasage. Mais en raison du manque d'accessibilité à la zone de travail, des conditions de
 20 puissance pour l'appareil de chauffage et de la nécessité de contrôler soigneusement le temps de brasage et la température, une baguette de brasage intérieure spécialement conçue est utilisée dans ce procédé.

Dans les procédés de soudage destinés à souder
 25 intérieurement des manchons dans des tubes d'échangeur thermiques, des problèmes spéciaux se posent qui doivent être résolus pour établir un joint soudé effectif entre le manchon et le tube. Par exemple, le manchon est couramment dilaté intérieurement en contact avec le tube
 30 pour établir une surface de contact entre le manchon et le tube pour le brasage ou le soudage. Mais malgré la dilatation intérieure du manchon contre le tube, il n'est pas toujours possible d'obtenir un contact entièrement uniforme entre le manchon et le tube. Lorsqu'il
 35 est soumis à un arc de soudage intérieur, le contact non



uniforme entre la surface du manchon et la surface du tube peut conduire à une résistance de contacts thermiques non uniformes. Au voisinage de la position de contacts intimes entre le manchon et le tube, la chaleur de l'arc de soudage est éliminé plus facilement par le manchon et le tube que dans la partie où le contact n'est pas établi. Dans la partie sans contact de l'interface entre le manchon et tube, la chaleur de l'arc doit être dissipée par les parois minces des pièces. En raison de la conduction thermique "bidimensionnelle" limitée, la chaleur tend à s'accumuler autour de la zone de fusion et ralentit la solidification de la partie fondue. Etant donné que la tension superficielle de la masse fondue est réduite en raison inverse de sa température, elle peut être surmontée par la force de l'arc qui en entraîne la rupture. Cela permet que l'arc perce le manchon et rencontre directement la surface intérieure du tube. Même si la masse fondue n'est pas rompue par ce mécanisme, sa conductibilité limitée vers le tube extérieur peut entraîner une fusion erratique entre le manchon et le tube.

Un autre problème qui peut apparaître au soudage par l'intérieur d'un manchon sur un tube est que le manchon commence à être soudé sur le tube, qu'il tende à être tiré vers le côté du tube quand le soudage est commencé, provoquant un intervalle diamétralement opposé à ce point, entre le manchon et le tube. Il peut en résulter un contact non uniforme entre le manchon et le tube avec la résistance de contact thermique non uniforme qui en résulte.

En outre, une déformation entre le tube et le manchon peut être provoquée par un relâchement de contrainte du manchon dilaté. Etant donné que le manchon dilaté contient des contraintes résiduelles bloquées dans sa structure, il peut se déformer lorsqu'il est

chauffé, ce qui libère les contraintes. Il en résulte un écart d'alignement entre le manchon et le tube et un contact non-uniforme entre le manchon et le tube peut en résulter.

5 Un procédé optimal d'assemblage entre un manchon et un tube devrait assurer une distribution de température tout à fait uniforme et une force d'arc entre le manchon et le tube à leur interface, ce qui pallierait les problèmes de contacts non-uniformes.

10 L'objet essentiel de l'invention est donc de proposer un procédé et un appareil d'assemblage intérieur entre un manchon et un tube, adaptés pour maintenir un contact pratiquement uniforme entre le manchon et le tube, en établissant ainsi une résistance de contacts
15 thermiques pratiquement uniforme entre le manchon et le tube pour former entre eux un joint de qualité.

Compte tenu de cet objet, l'invention concerne donc un procédé et un appareil pour souder un manchon métallique dans un tube métallique, selon lesquels un
20 manchon métallique est placé dans le tube métallique et un appareil de soudage est introduit dans le manchon avec une électrode de soudage positionnée près de la partie du manchon à souder ; caractérisés en ce que la région dans le tube qui doit être soudée est fermée
25 hermétiquement par un mécanisme de fermeture de l'appareil de soudage, définissant ainsi une chambre fermée entre le manchon et l'appareil de soudage près de la partie du manchon qui doit être soudée, un gaz de protection inerte étant introduit par l'appareil de soudage dans
30 la chambre fermée pour la mettre sous une pression comprise entre 0,35 et 10×10^5 Pa, l'appareil de soudage étant ensuite mis en fonctionnement pour produire, par l'électrode, un courant de 2-150 ampères afin de souder le manchon sur le tube pendant que le gaz de protection
35 force légèrement la matière de soudage fondue vers

l'extérieur dans la direction du tube, ce qui amortit la force de l'arc de soudage pendant l'opération de soudage, et l'appareil de soudage tournant autour de son axe longitudinal pour effectuer une soudure suivant 5 la circonférence du manchon.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre d'un exemple de la réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

10 La figure 1 est une coupe verticale de la partie inférieure de l'appareil de soudage,

La figure 2 est une coupe verticale de la partie supérieure de l'appareil de soudage,

15 La figure 3 est une coupe verticale de la partie supérieure de l'appareil de soudage en position fermée hermétiquement,

La figure 4 est une coupe verticale de la partie inférieure de l'appareil de soudage dans la position fermée, et

20 La figure 5 est une courbe du courant de soudage en fonction de la rotation de l'électrode.

L'assemblage par l'intérieur de manchons dans des tubes d'échange thermique impose que le procédé et l'appareil d'assemblage soient capables d'assembler le 25 manchon et le tube même s'il peut y avoir un léger manque d'uniformité des surfaces de contact entre le manchon et le tube. L'invention qui sera décrite ci-après concerne un procédé d'assemblage susceptible de produire une soudure entre un manchon et un tube.

30 Selon les figures 1 et 2, une plaque tubulaire d'échangeur thermique qui peut être une plaque tubulaire d'un générateur de vapeur nucléaire, désignée globalement par 20, comporte un grand nombre de trous qui la tra-
versent pour recevoir un grand nombre de tubes d'échange
35 thermiques 22. Si une fuite ou un défaut 24 apparaît dans

des tubes d'échange thermiques 22, au-delà de la plaque tubulaire 20, il peut être nécessaire d'introduire un manchon métallique 26 dans le tube 22 pour couvrir le défaut 24 afin d'éviter une fuite de l'agent de transfert thermique par le défaut 24. Le manchon 26 peut être fait d'une matière résistant à la corrosion à haute température comme l'Inconel. Quand le manchon 26 a été introduit dans le tube 22, des parties limitées du manchon 26 situées au-dessus et au-dessous du défaut 24 peuvent être dilatées par l'intérieur en contact avec le tube 22 comme le montrent les figures. La dilatation par l'intérieur du manchon 26 peut se faire par un mécanisme courant, par exemple un expanseur hydraulique intérieur. Quand le manchon 26 a été dilaté intérieurement en contact avec le tube 22, un appareil de soudage 28 peut être introduit dans ce manchon.

L'appareil de soudage 28 qui peut être un dispositif de soudage à l'arc au tungstène sous gaz inerte peut comporter une tige centrale 30 disposée suivant la longueur de l'appareil de soudage 28 et pouvant être introduite dans le manchon 26. La tige centrale 30 peut être faite d'une matière conductrice de l'électricité, par exemple en cuivre, pour conduire un courant électrique. La tige centrale 30 peut également comporter un alésage central 32 suivant sa longueur pour conduire un gaz inerte de protection vers la zone à souder. Une électrode de soudage 34 qui peut être une électrode au thorium à 2% de tungstène peut être fixée sur la tige centrale 30 dans la région de cette dernière voisine de la partie du manchon 26 qui doit être soudée sur le tube 22. L'électrode de soudage 34 est disposée entre la tige centrale 30 et le voisinage du manchon 26. La tige centrale 30 peut comporter un premier trou transversal 36 au voisinage de l'électrode de soudage 34 pour permettre que le gaz inerte passe de

l'alésage central 32 et par le premier trou 36 vers le voisinage de la zone de l'électrode de soudage 34. Une première pièce isolante 38 est disposée autour de la tige centrale 30 dans sa partie où se trouve l'électrode de soudage 34. La première pièce isolante 38 peut être faite d'une matière isolante de l'électricité utilisable dans un environnement à haute température, comme une céramique ou un nitrure de bore ou un oxyde d'aluminium.

10 La fonction de la pièce isolante 38 est d'isoler électriquement la tige centrale 30 du manchon 26 afin d'éviter le passage d'un courant électrique depuis la tige centrale 30 vers le manchon 26 tout en permettant le passage d'un courant électrique depuis la tige centrale 15 30 vers l'électrode de soudage 34 et vers la région à souder. La première pièce isolante 38 comporte une ouverture 40 pour permettre que l'électrode de soudage 34 s'étende depuis la tige centrale 30 à travers la première pièce isolante 38 jusqu'au voisinage du manchon 26 où la 20 soudure doit être formée. Une goupille 42 est disposée dans la tige centrale 30 et accouplée avec la première pièce isolante 38 pour attacher cette dernière à la tige centrale 30 tout en permettant un mouvement relatif entre elles. Une première cale 44 est disposée sur la 25 tige centrale 30 et sur une partie de la pièce isolante 38 près de l'extrémité supérieure de la tige centrale 30. La première cale 44 peut être en Nylon ou en une matière plastique tel qu'en Delrin, ou en céramique comme en nitrure de bore, et elle constitue un mécanisme de 30 transition à l'extrémité de la première pièce isolante 38. Une première rondelle 46 qui peut être une bague torique élastomère peut être disposée autour de la tige centrale 30 et entre la première pièce isolante 38 et la première cale 44 pour former un joint aux gaz et éviter toute 35 sortie du gaz de protection. Un capuchon d'extrémité 48



qui peut être fait en Nylon ou en une matière plastique telle que du Delrin est disposé sur l'extrémité de la tige centrale 30 et lui est accouplé par une vis 49. Le capuchon d'extrémité 48 est également disposé pour 5 pouvoir coulisser sur la partie supérieure de la première cale 44. Un premier joint 50 qui peut être une bague torique élastomère est disposée autour de la première cale 44, sur son bord et entre la première cale 44 et le capuchon d'extrémité 48. Quand la tige centrale 30 est déplacée 10 vers le bas par rapport à la première cale 44, le capuchon d'extrémité 48 qui est fixé sur la tige centrale 30 se déplace également vers le bas par rapport à la première cale 44. Quand le capuchon d'extrémité 48 est ainsi déplacé vers le bas par rapport à la première cale 15 44, le premier joint 50 est introduit entre le capuchon d'extrémité 48 et la première cale 44 de manière que ce premier joint 50 entre en contact avec la surface intérieure du manchon 26 comme le montre la figure 3. De cette manière, le premier joint 50 empêche toute fuite 20 du gaz de protection à partir du volume annulaire entre le manchon 26 et l'appareil de soudage 28. Une seconde pièce isolante 52 qui peut être faite d'une matière comme Micarta est disposée sur la tige centrale 30 au-dessous de la première pièce isolante 38. La seconde pièce isolante 25 52 s'étend également sur une partie de la première pièce isolante 38 et en contact avec elle.

Une seconde cale 54 peut être disposée autour de l'extrémité inférieure de la tige centrale 30 et en contact avec la seconde pièce isolante 52. La seconde cale 30 54 peut être en Nylon, ou consister en une pièce en matière plastique fabriquée dans une matière comme du Delrin. La seconde cale 54 comporte un premier canal 56 qui la traverse pour permettre le passage du gaz de protection. Une seconde rondelle 58 peut être disposée autour de la 35 tige centrale 30 et entre la seconde pièce isolante 52

et la seconde cale 54 pour fermer hermétiquement le passage entre elles et éviter ainsi l'écoulement du gaz inerte. Un rebord 60 qui peut être fabriqué en une matière plastique ou en Nylon est monté sur un boîtier 62 et
 5 disposé autour de la tige centrale 30 et une partie de la seconde cale 58. Un second joint 64 qui peut être une bague torique élastomère est disposé autour de la seconde cale 54 et sur son bord entre la seconde cale 54 et le rebord 60 de sorte que si la seconde cale 54 se
 10 déplace vers le bas par rapport au rebord 60, le second joint 64 se dilate vers l'extérieur en contact avec la surface intérieure du manchon 26 comme le montre la figure 4. De cette manière, un joint est formé entre le rebord 60 et le manchon 26. Quand le premier joint 50 et
 15 le second joint 64 sont dilatés comme les montrent les figures 3 et 4, un volume annulaire est délimité entre la surface extérieure de l'appareil de soudage 28 disposé dans le manchon 26 et la surface intérieure de ce dernier. Ce volume annulaire forme une chambre dans laquelle le
 20 gaz inerte peut se trouver pour mettre sous pression la zone de soudage.

Un premier volume annulaire 66 est délimité entre la seconde cale 54 et la tige centrale 30 et entre le rebord 60 et la tige centrale 30. Un second canal 68 est
 25 formé dans le boîtier 62, en communication de fluide avec le premier volume annulaire 66 pour constituer un moyen par lequel le gaz de protection peut être éliminé de l'appareil de soudage 28. Un régulateur de pression (non-représenté) peut être relié au second canal 68 pour régu-
 30 ler la pression de l'opération de soudage. Il apparaît que le gaz de protection peut être introduit dans l'appareil de soudage 28 par l'alésage central 32 et sortir par le premier trou 36. a partir du premier trou 36, le gaz de protection peut pénétrer dans la région à com-
 35 primer pour le soudage, qui est le volume annulaire défini

entre l'appareil de soudage 28 et le manchon 26.

Ce volume annulaire descend jusqu'au premier canal 56 et il est en communication de fluide avec lui. Etant donné que le premier canal 56 est en communication de fluide avec le premier volume annulaire 66 et le second canal 68, le gaz de protection peut être éliminé de l'appareil de soudage par le second canal 68, permettant ainsi de régler la pression pendant l'opération de soudage.

10 La tige centrale 30 traverse le boîtier 62 et elle est fixée sur un premier pignon 70 qui peut être en Nylon ou une matière plastique comme le Delrin. Le premier pignon 70 engrène avec un second pignon 72 qui est accouplé avec un mécanisme d'entraînement 74.

15 Le mécanisme d'entraînement 74 qui peut être un moteur à courant continu avec un réducteur 935:1 pouvant tourner de 3 à 10 tours/minute avec un couple de 1mN (min) est monté sur le boîtier 62. Quand le mécanisme d'entraînement 74 fonctionne, le second pignon 72 tourne faisant tourner

20 le premier pignon 70. La rotation du premier pignon 70 fait tourner la tige centrale 30 dans le manchon 26. De cette manière, l'électrode de soudage 34 peut tourner de plus de 360° autour de l'axe longitudinal de la tige centrale 30, ce qui permet d'effectuer une soudure complète

25 du manchon 26 sur le tube 22.

Une seconde collerette 76 est disposée autour de la tige centrale, sur le premier pignon 70. Un plongeur métallique 78 peut coulisser dans le boîtier 62 et il est agencé pour entrer en contact à une extrémité

30 avec l'extrémité inférieure du manchon 26 et du tube 22 et à l'autre extrémité avec la seconde collerette 76. Etant donné que la seconde collerette 76 et le boîtier 62 sont faits d'une matière isolante de l'électricité, la tige centrale 30 est isolée électriquement du plongeur

35 78, de sorte que cette tige centrale 30 est isolée du

manchon 26 et du tube 22. Un mécanisme de rappel 80 qui peut être un ressort hélicoïdal est disposé autour de la tige centrale, 30, en contact avec le premier pignon 70 et le boîtier 62 pour rappeler le second pignon 72
 5 et la tige centrale 30 vers le haut par rapport au boîtier 62.

Plusieurs mécanismes de fixation 82 sont montés sur le boîtier 62 et peuvent être disposés dans un ou plusieurs tubes 22 pour suspendre le boîtier 62
 10 à la plaque tubulaire 20. Les mécanismes de fixation 82 peuvent être des verrous à cames actionnés manuellement ou automatiquement, choisis parmi ceux bien connus dans la technique. L'appareil de soudage 28 peut être introduit manuellement ou à distance dans un manchon déterminé
 15 26, de manière qu'un ou plusieurs mécanismes de fixation 82 soient introduits de façon similaire dans un ou plusieurs tubes 22 pour suspendre le boîtier 62 et l'appareil de soudage 28. Etant donné que la tige centrale 30 peut coulisser à l'intérieur du boîtier 62 et que ce dernier
 20 est placé vers la plaque tubulaire 20, le plongeur 78 entre en contact avec les extrémités intérieures du manchon 26 et du tube 22, de sorte que la seconde collerette 76 et le premier pignon 70 avec la tige centrale 30 se déplacent vers le bas par rapport au boîtier 62
 25 comme le montrent les figures 3 et 4. Le mouvement relatif de descente de la tige centrale 30 entraîne que le capuchon d'extrémité 48 descend également par rapport au manchon 26. Etant donné que la première cale 44, la première pièce isolante 38, la seconde pièce isolante 52
 30 et la seconde cale 54 sont disposées pour coulisser sur la tige centrale 30 et étant donné que le mouvement de descente de la seconde cale 54 est limité par le mouvement non-relatif de la collerette 60, le mouvement de descente de la tige centrale 30 entraîne que le premier
 35 joint 50 et le second joint 54 s'appliquent en contact



sur le manchon 26, délimitant ainsi un espace annulaire entre l'appareil de soudage 28, le manchon 26, le premier joint 50 et le second joint 54. Ce volume annulaire forme ainsi un volume pour le gaz permettant la circulation et la compression du gaz inerte qui peut être introduit par l'alésage central 32 pendant l'opération de soudage.

Un mécanisme à débranchement rapide 84 peut être prévu sur l'extrémité inférieure de la tige centrale 30 pour permettre le branchement sur l'extrémité inférieure de la tige centrale 30 d'une source de gaz et d'une source électrique (non représentées). La source de gaz peut être choisie parmi les sources bien connues dans la technique, capable de fournir un gaz inerte comme de l'argon à une pression entre $35 \cdot 10^3$ et $1050 \cdot 10^3$ Pa, et avec un débit de 0,03 à 0,85 m³/heure. D'une façon similaire, la source électrique est reliée à la tige centrale 30 et elle peut fournir un courant électrique de 5 à 15V et 150 ampères à la tige centrale 30 et à l'électrode de soudage 34 pour effectuer l'opération de soudage.

Lorsqu'il y a lieu de réparer un tube défectueux d'un échangeur thermique, ce dernier est arrêté et purgé de son caloporteur. Ensuite, l'intérieur du tube à manchonner est nettoyé et préparé pour le manchonnage. Le manchon 26 est alors introduit dans le tube 22 dans la position qui couvre la région défectueuse 24. Une fois dans cette position, un expanseur hydraulique interne peut être introduit dans le manchon pour en dilater sélectivement une partie limitée. Il faut noter que dans certaines circonstances, la dilatation interne peut ne pas être nécessaire. Quand le manchon 26 a été ainsi dilaté en contact avec le tube 22, l'appareil de soudage 28 peut être introduit dans ce manchon comme le montre la figure 1. Quand l'appareil de soudage 28 est introduit dans le manchon 26, le plongeur 78 entre en contact avec le dessous du manchon 26 et du tube 22, de sorte que la



seconde collerette 76, le premier pignon 70 et la tige centrale 30 se déplacent vers le bas par rapport au boîtier 62 et au manchon 26. Le mouvement de descente relative de la tige centrale 30 entraîne que le premier joint 50 et le second joint 54 se dilatent en contact avec la surface intérieure du manchon 26, formant ainsi un passage à gaz étanche. Dans cette position, un gaz de protection inerte peut être introduit par l'alésage central 32 et sortir par le premier trou 36. Le gaz de protection remplit alors le volume annulaire entre l'appareil de soudage 28 et le manchon 26. Le gaz peut être utilisé pour purger la zone de soudage en déchargeant ce gaz de protection par le premier canal 56, le premier volume annulaire 66 et sortant par le second canal 68.

Une fois que la zone de soudage a été ainsi purgée, le gaz de protection peut être comprimé en régulant la contre-pression du second canal 68. La zone de soudage peut alors être comprimée entre environ $5 \cdot 10^3$ à $1050 \cdot 10^3$ Pa et de préférence entre environ $35 \cdot 10^3$ et $210 \cdot 10^3$ Pa pendant l'opération de soudage. Quand la zone de soudage a été ainsi mise sous pression, l'alimentation électrique est mise en marche de sorte qu'un courant électrique est conduit par la tige centrale 30 et l'électrode de soudage 34. Cette dernière établit un arc de soudage entre elle-même et le manchon 26 dans la région du manchon qui doit être soudée sur le tube 22. Le courant qui passe par l'électrode de soudage 34 peut être de l'ordre de 2 à 150 ampères et il produit une température qui dépasse 1260°C . A titre d'exemple, la figure 5 montre une variation typique de courant d'impulsions fortes qui peut être utilisée dans l'opération de soudage. Les paramètres ci-après peuvent être appliqués avec le mode pulsé illustré sur la figure 5 :

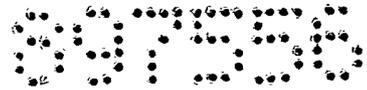
	Courant (ampères)	Durée (secondes)
35 Impulsions fortes	50-250	0,01-1,0



Impulsions faibles 2-250 0,01-1,0

Quand l'opération de soudage se poursuit, une masse fondue est développée sur la surface intérieure du manchon 26. Etant donné que l'intérieur du manchon 26 est sous pression avec le gaz de protection, la masse fondue est poussée contre la surface intérieure du manchon 26 et ne peut pas s'écouler sur son côté. Dans ces conditions, la masse de soudure fondue sous l'effet de l'arc est entraînée continuellement par le gradient de pression, vers l'extérieur contre le tube extérieur 22. De cette manière, la force de l'arc est amortie par la masse fondue à tout moment pendant l'opération de soudage. Ainsi, un perçage brusque par l'arc dans le manchon 26 et le tube 22 est évité. Le mécanisme d'entraînement est ensuite mis en marche pour que le second pignon fasse tourner le premier pignon 70. La rotation du premier pignon 70 fait tourner la tige centrale 30 autour de son axe longitudinal, de sorte que l'électrode de soudage 34 tourne de 360° autour de la surface intérieure du manchon 26. La rotation de la tige centrale 30 et de l'électrode de soudage 34 peut être de l'ordre de 5 à 50 cm/min, et de préférence de 10 à 25 cm/min, ce qui assure un soudage correct dans le manchon 26. Pendant que l'électrode de soudage 34 tourne, un soudage intérieur de 360° du manchon 26 sur le tube 22 est complètement formé. L'utilisation d'une pression intérieure du gaz de protection réduit au minimum les problèmes dus aux contacts non-uniformes entre le manchon 26 et le tube 22. La compression du gaz réduit également au minimum les problèmes associés avec la contraction de la soudure et la déformation par relâchement de contrainte.

Un procédé similaire à celui décrit ci-dessus peut être utilisé pour braser plutôt que souder le manchon sur le tube. Dans le procédé par brasage, le manchon 26 peut être prévu avec une encoche à l'extérieur



dans laquelle la matière à braser, comme une brasure à l'or-nickel peut être déposée. Ce procédé peut être similaire à celui décrit dans la demande de brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 185.659 déposée au nom de la
5 demanderesse. Mais selon le présent procédé de brasage, l'appareil de soudage 28 peut être utilisé pour chauffer par l'intérieur le manchon 26 et la matière à braser jusqu'à la température de brasage appropriée. Dans ce cas, le manchon 26 n'est pas chauffé jusqu'à son point
10 de fusion de sorte que de la matière fondue n'est pas produite. Au lieu de cela, le manchon 26 est chauffé jusqu'au point où le manchon 26 se déforme par la compression intérieure de l'appareil de soudage 28 afin de forcer ce manchon 26 et la brasure en contact intérieur
15 avec le tube 22. Dans cette position, quand l'appareil 28 continue à tourner, la brasure est chauffée jusqu'à son point de fusion tandis que le manchon 26 et le tube 22 ne sont pas fondus mais sont brasés ensemble.

Il apparaît ainsi que l'invention concerne un
20 procédé à pression différentielle pour assembler par l'intérieur un manchon avec un tube d'échangeur thermique.

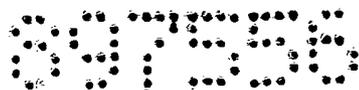


REVENDICATIONS

1. Procédé de soudage d'un manchon métallique dans un tube métallique, selon lequel un manchon
5 métallique (26) est placé dans le tube métallique (22), un appareil de soudage (28) est introduit dans ledit manchon (26) avec une électrode de soudage (34) positionnée près de la partie dudit manchon qui doit être soudée, procédé caractérisé en ce que la région à l'intérieur du
10 tube qui doit être soudée est fermée hermétiquement par un mécanisme de fermeture (50,64) dudit appareil de soudage (28) délimitant ainsi une chambre fermée hermétiquement entre ledit manchon (26) et ledit appareil de soudage (28) près de la partie dudit manchon (26) qui doit être soudée,
15 un gaz de protection inerte est introduit par ledit appareil de soudage (28) dans ladite chambre fermée hermétiquement, mettant sous pression ladite chambre fermée entre $0,35 \cdot 10^3$ et $10 \cdot 10^3$ Pa, après quoi, ledit appareil de soudage (28) est mis en marche pour produire, par ladite
20 électrode, un courant de 2 à 150 ampères pour souder ledit manchon (26) audit tube (22) pendant que le gaz de protection force légèrement la matière de soudage fondue vers l'extérieur, dans la direction dudit tube (22), amortissant ainsi la force de l'arc de soudage pendant l'opération de soudage, puis ledit appareil de soudage (28) est
25 tourné autour de son axe longitudinal pour effectuer une soudure autour de la circonférence dudit manchon (26).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une partie limitée dudit manchon (26) est
30 dilatée intérieurement en contact avec la surface intérieure dudit tube (22) avant que ledit appareil de soudage (28) soit introduit dans ledit manchon (26).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le gaz inerte est introduit à une
35 pression de $0,35 \cdot 10^3$ à $2,1 \cdot 10^3$ Pa et est mis en circulation



dans ladite chambre fermée pour purger ladite chambre des impuretés avant le soudage.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit appareil
5 de soudage (28) est mis en rotation avec une vitesse de soudage de 10 à 25 cm/minute, tout d'abord à partir de 0° jusqu'à une position intermédiaire à environ 200° pendant qu'un courant d'environ 145 ampères est maintenu dans ladite électrode, ce courant étant ensuite réduit de
10 façon linéaire jusqu'à environ 105 ampères pendant que ledit appareil de soudage (28) est tourné à partir de ladite position intermédiaire jusqu'à environ 400° de rotation.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit manchon (26) est un manchon en Inconel.

6. Appareil de soudage d'un manchon métallique dans une pièce tubulaire, mettant en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, ledit
20 appareil comprenant une tige centrale (30) conductrice de l'électricité, pouvant être disposée dans le tube (22) et portant une électrode de soudage (34) qui est fixée pour former une soudure sur la surface intérieure dudit tube (22), caractérisé en ce que ladite tige centrale (30)
25 comporte un canal (32) qui la traverse pour conduire un gaz inerte au voisinage de ladite électrode (34) un premier dispositif d'étanchéité (50) disposé sur ledit arbre central (30) sur un côté de ladite électrode (34) et un second dispositif d'étanchéité (64) disposé sur
30 ladite tige centrale (30) sur l'autre côté de ladite électrode (34) pour délimiter ladite chambre fermée hermétiquement autour de ladite électrode de soudage (34) à l'intérieur dudit tube (22) quand ledit premier dispositif d'étanchéité (50) et ledit second dispositif d'étan-
35 chéité (64) sont actionnés par le mouvement de ladite

tige centrale (30) par rapport audit tube (22) et un dispositif de rotation (70-74) étant accouplé avec ladite tige centrale (30) pour la faire tourner avec ladite électrode (34) dans ledit tube (22).

5 7. Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit premier dispositif d'étanchéité comporte une première pièce isolante (38) disposée pour coulisser sur ladite tige centrale (30) et autour de ladite électrode (34) et avec une ouverture (40) par
 10 laquelle passe ladite électrode (34), une première cale (44) disposée sur ledit arbre central (30) et s'étendant sur une partie de ladite première pièce isolante (38), un premier joint (50) disposé entre ladite première pièce isolante (38) et ladite première cale (44) pour établir
 15 un joint entre ladite première pièce isolante (38) et ledit tube (22) quand ladite tige centrale (30) est déplacée par rapport audit tube (22), une seconde pièce isolante (52) disposée pour coulisser sur ladite tige centrale (30), sous le contrôle de ladite première pièce isolante (38), une seconde cale (54) disposée sur ladite
 20 tige centrale (30) en contact avec ladite seconde pièce isolante (62) et avec un passage de fluide en communication du fluide avec ladite chambre fermée et ledit boîtier, une première collerette (60) disposée sur ladite tige
 25 centrale (30) et fixée sur ledit boîtier (62) et un second joint (64) disposé entre ladite seconde cale (54) et ladite première collerette (60) pour établir un joint entre ladite seconde cale (54) et ledit tube (22) quand ladite tige centrale (30) est déplacée par rapport audit tube
 30 (22).

8. Appareil selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite première pièce isolante (38) est un isolant en céramique, lesdites première et seconde cales (44,54) étant des cales en Nylon et ladite seconde pièce
 35 isolante (52) étant un isolant en Nylon.



9. Appareil selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce qu'une seconde collerette (76) est fixée sur ladite tige centrale (30) et disposée dans ledit boîtier (62), un plongeur (78) étant disposé pour coulisser dans ledit boîtier (62) et agencé pour être en contact avec ledit tube (22) et ladite seconde collerette (76) quand ladite tige centrale (30) est introduite dans ledit tube (22) pour déplacer ladite tige centrale (30) par rapport audit tube (22) actionnant ainsi ledit premier joint (50) et ledit second joint (64).

10. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'un dispositif de rappel (80) est disposé autour dudit arbre central (30) et dans ledit boîtier (62) pour rappeler ledit arbre central (30) dans une position pour ramener au repos lesdits joints (50,64).

BRUXELLES, le 18 août 1983

P. Pour de la société dite: Westinghouse Electric

P. Pour du Bureau GEVERS
société anonyme

Corporation

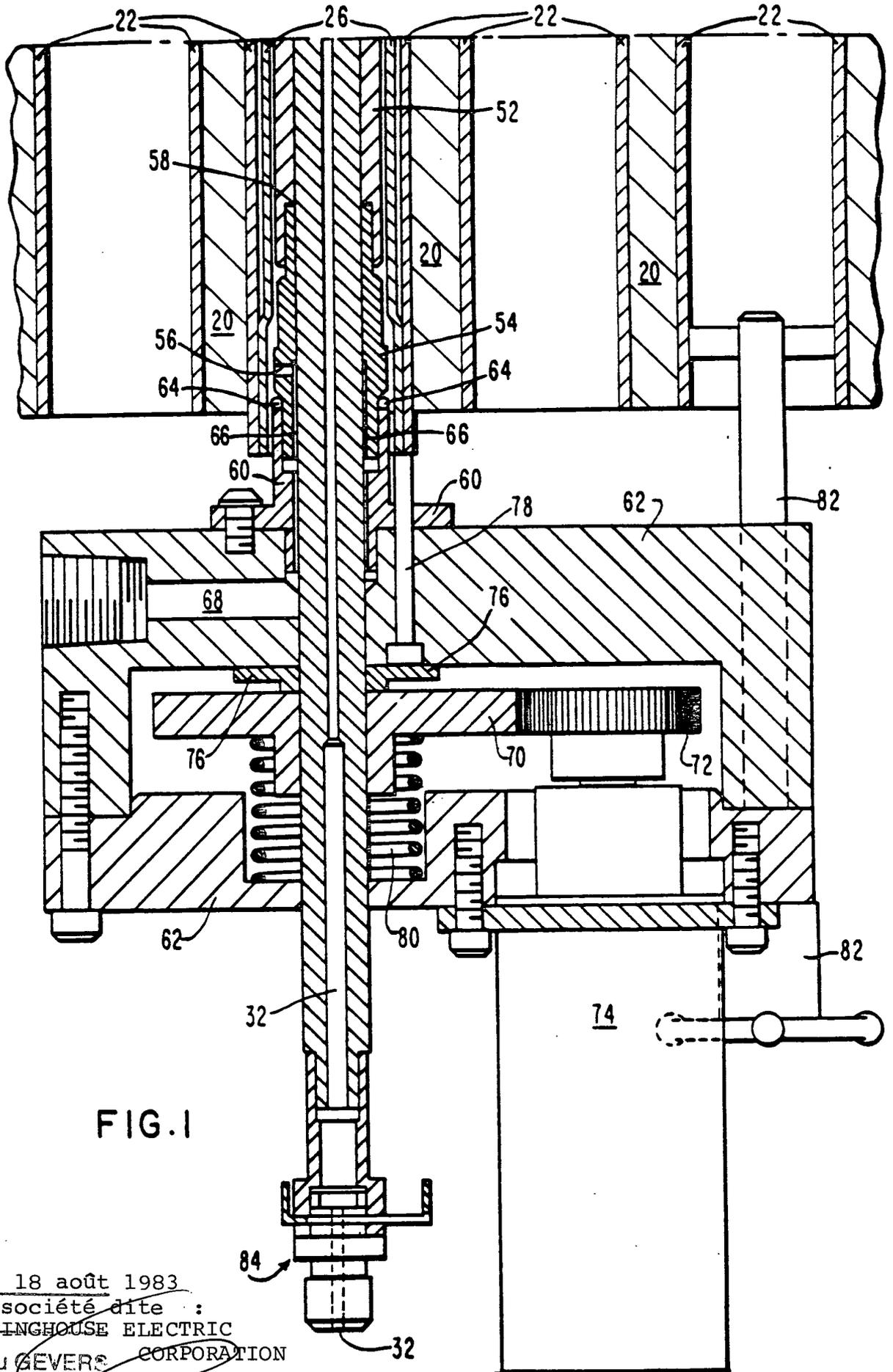


FIG. 1

BRUXELLES, le 18 août 1983
la société dite :
P. Pon. de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION
P. Pon. du Bureau GEVERE société anonyme

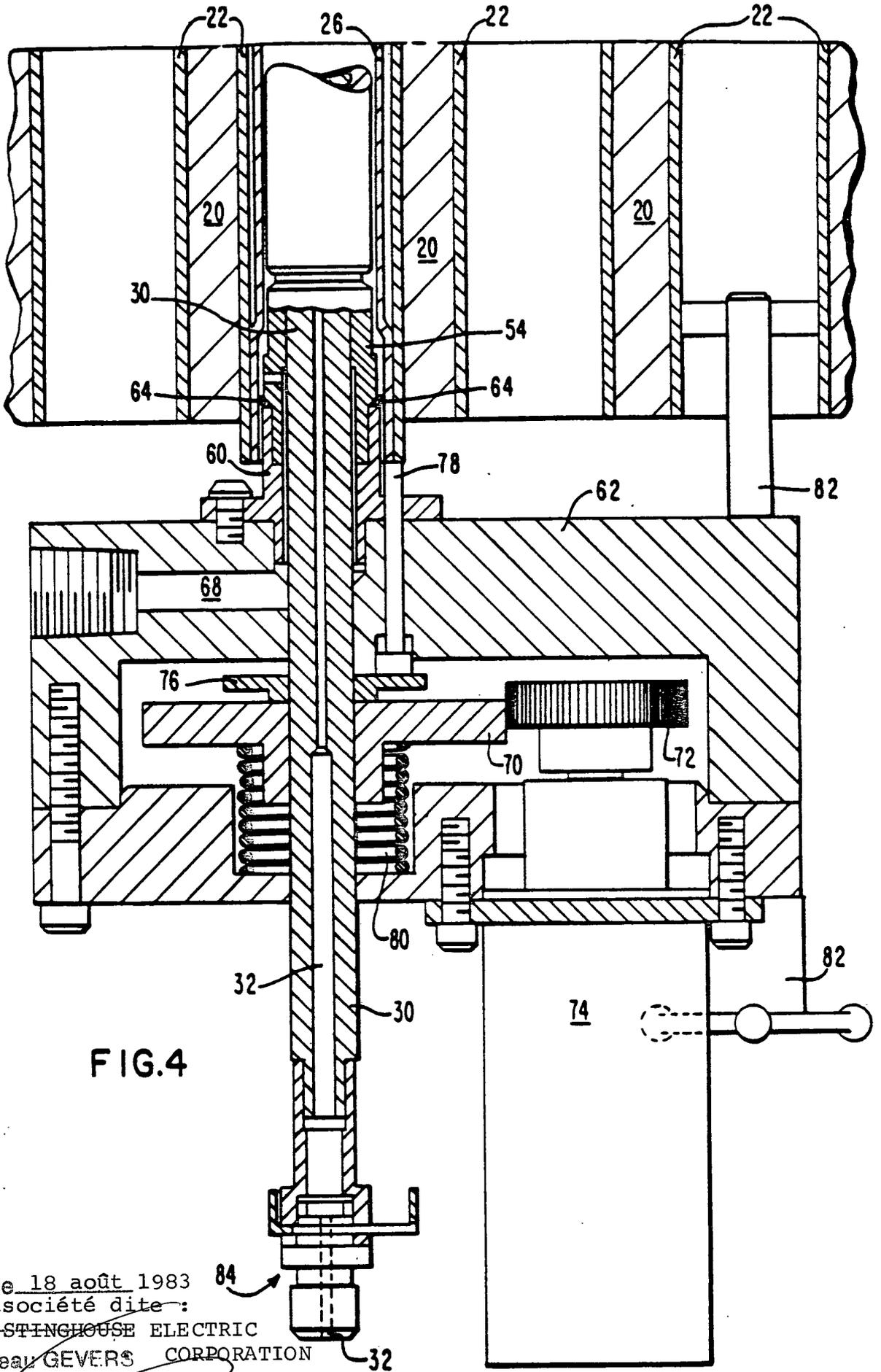
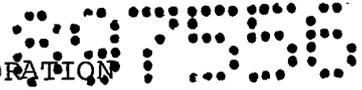


FIG.4

BRUXELLES, le 18 août 1933
 la société dite :
 P. Pon. de WESTINGHOUSE ELECTRIC
 P. Pon. du Bureau GEVERS CORPORATION
 société anonyme

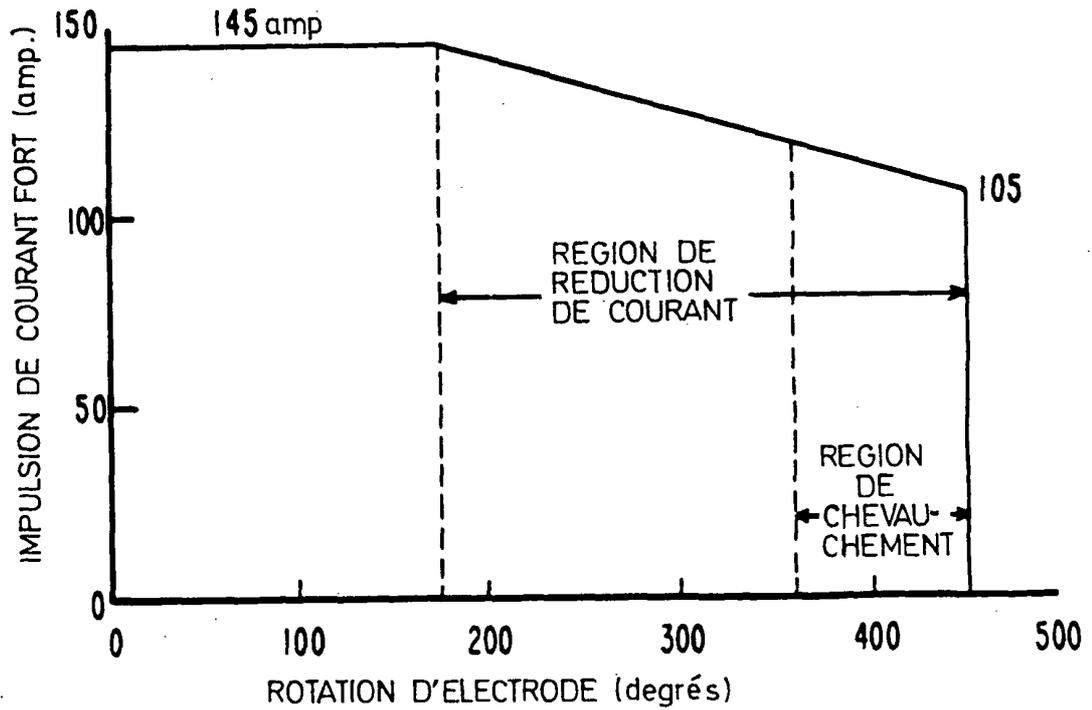
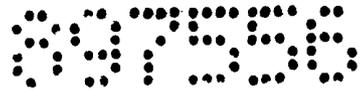


FIG. 5

BRUXELLES, le 18 août 1983

P. Pon. de la société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

P. Pon. du Bureau GEVERE

société anonyme