



12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 85400301.9

51 Int. Cl.⁴: **B 22 D 39/00**

22 Date de dépôt: 20.02.85

30 Priorité: 20.02.84 FR 8402492

71 Demandeur: **Carbonnel, Henri**, 11 avenue Beauséjour,
F-92160 Antony (FR)

43 Date de publication de la demande: 28.08.85
Bulletin 85/35

72 Inventeur: **Carbonnel, Henri**, 11 avenue Beauséjour,
F-92160 Antony (FR)

84 Etats contractants désignés: **AT BE CH DE GB IT LI LU**
NL SE

74 Mandataire: **Pinguet, André**, CAPRI 28 bis, avenue
Mozart, F-75016 Paris (FR)

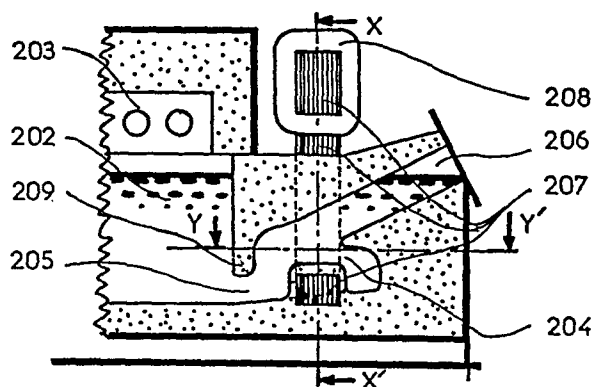
54 Bassin latéral de pompage électromagnétique pour four de fonderie.

57 L'invention concerne un bassin latéral de pompage électromagnétique pour un four de fonderie et en particulier la fonderie des métaux légers.

Il comprend, coulé dans la céramique du bassin, et alimenté par une bobine extérieure d'excitation (208), un circuit magnétique (207) localement saturé pour créer au travers de la veine active (204) un champ de fuite horizontal qui combiné au courant induit dans cette veine (204) crée une force magnétique de pompage dirigée vers le haut qui pousse dans le conduit (206) le métal liquide à l'extérieur du four vers son utilisation.

Le métal fondu du four (202) alimente la veine active (204) par un passage (205) limité en hauteur par une cloison (209).

Le bassin de pompage électromagnétique permet d'alimenter à la demande pratiquement toutes les applications de coulée de métal en fonderie.



La présente invention concerne un bassin latéral de pompage électromagnétique de four destiné à véhiculer le métal à l'état liquide uniquement sous l'action des forces électromagnétiques, pour alimenter des moules dans l'industrie de la
5 fonderie en général, mais plus particulièrement dans celle des métaux légers.

Cette utilisation des forces électromagnétiques est bien connue et a fait l'objet de nombreux brevets dans les applications aux pompes électromagnétiques que nous classerons en
10 deux catégories.

La première concerne les pompes destinées au sodium liquide pour les réacteurs nucléaires à neutrons rapides principalement. Elles font l'objet de la plus grande partie des brevets décernés à travers le monde sur ce sujet. Les premiers à notre connaissance datent du début du siècle et la
15 première pompe fut construite par Hartman en 1918. Les principaux sont les brevets d'Albert Einstein et Léo Széclard pris à Berlin autour des années 30 (brevets n°555.413 Klasse 17a-groupe 304 et 476.812-Klasse 31c-groupe 26, par exemple).
20 Le sodium circule toujours à l'abri de l'air dans un conduit

généralement en acier inoxydable à bas carbone et la partie active de la pompe est construite autour de ce conduit, partie magnétique et bobinages électriques étant à l'air libre. Elles sont citées ici pour mémoire car leurs modes de construction et d'utilisation sont très éloignés de notre application bien que faisant appel aux mêmes principes pour véhiculer le métal et par conséquent nous pourrions bien évidemment appliquer sans difficulté le principe de pompage de notre brevet à ces pompes au sodium liquide.

10 La seconde concerne les pompes pour métaux fondus industriels autres que le sodium. Elles utilisent des technologies comparables à celles des fours. Nous classerons ces pompes pour métaux fondus industriels en trois catégories :

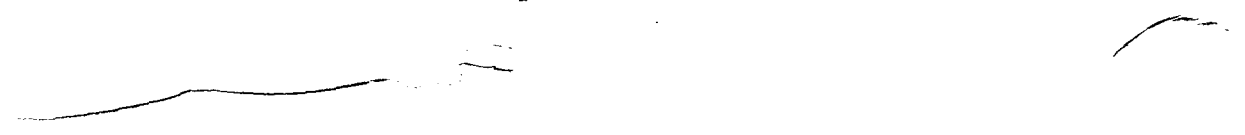
1. Celles qui utilisent les lois de Lenz
- 15 2. Les pompes immergées
3. Les systèmes de pompage montés directement sur le four mais à l'extérieur de celui-ci.

L'invention consiste à incorporer à l'intérieur du bassin latéral d'un four les éléments magnétiques et la spire
20 liquide destinés au pompage en les intégrant dans la céramique du four et à reporter à l'extérieur du bassin dans l'air ambiant les bobinages électriques nécessaires au pompage.

On n'a plus à craindre les fuites externes de métal puisque c'est la céramique interne du four qui entoure les
25 circuits magnétiques et les protège du métal liquide très corrosif à ces températures. Cette céramique est généralement contenue à l'intérieur d'une cuve métallique qui la plupart du temps est elle-même étanche. Le rôle de cette cuve étanche est aussi de protéger mécaniquement la céramique du four
30 pendant le transport ou des chocs sur place.

On peut donc ainsi intégrer dans ce bassin un ou plusieurs des systèmes électromagnétiques connus de pompage. Mais dans l'application envisagée, on utilisera plus particulièrement un système de pompage original.

35 Pour faciliter la compréhension du fonctionnement de



ce système original proposé, nous allons décomposer les différentes phases par lesquelles passe l'invention pour aboutir à la solution proposée, chaque étape étant d'ailleurs une possibilité d'utilisation, mais toutes basées sur l'utilisation d'un circuit magnétique partiellement saturé.

Sur la figure 1, nous décrivons le principe de base qui est un transformateur avec une bobine primaire 1 et une spire secondaire 2 pleine de métal liquide, ouverte sur le four sur la face avant de la spire. Le circuit magnétique du transformateur 3 est déformé dans la partie basse par rapprochement partiel d'une ou des jambes verticales, ce qui va permettre le passage d'un champ de fuite horizontal, de la jambe de gauche 4 vers la jambe de droite 5 de ce transformateur dans la partie rapprochée, la branche horizontale inférieure 7 étant partiellement court-circuitée par le champ de fuite.

Il est possible d'augmenter ce champ de fuite horizontal entre les deux jambes verticales partiellement rapprochées du transformateur en créant une saturation locale par un des moyens bien connus, tel que par exemple une encoche 6 dans une jambe de droite 5 telle que représentée sur la figure 1. Mais cela pourrait tout aussi bien être obtenu par des fentes verticales ou horizontales ou des trous à l'intérieur des circuits magnétiques ou encore par rétrécissement progressif de ces jambes verticales, ou de la branche horizontale, ou encore par remplacement partiel de tôles, magnétiques à ces températures d'utilisation, par des tôles non ou moins magnétiques ou bien encore par d'autres moyens connus.

Cette saturation crée, donc juste au-dessus du rétrécissement 6 du circuit magnétique, le champ de fuite horizontale H_f qui ne transite pas par la branche horizontale inférieure et passe d'une jambe à l'autre du transformateur au-dessus de la saturation.

Ce champ de fuite H_f combiné avec le courant secondaire I_s induit dans la spire liquide 2 crée une force verticale

Q de pompage par application de la loi de Laplace appelée loi d'Ampère par les Anglo-Saxons.

En pratique ce système de pompage électromagnétique dont la théorie vient d'être décrite ci-dessus est coulé dans la
5 céramique du bassin latéral d'un four de fonderie comme représenté sur les figures 2, 3 et 4.

Sur la figure 2, nous avons de la gauche vers la droite, le bassin de chargement 101, le bassin de fusion ou maintien 102 et les éléments de chauffage électrique 103. Mais
10 bien entendu, sans rien changer à l'invention, le four pourrait être à chauffage au gaz, au fuel ou encore par un système à induction. Le système de pompage électromagnétique est sur la partie droite du four dans le bassin latéral. Nous retrouvons dans ce bassin la spire liquide 104 en liaison
15 avec le four par l'orifice d'entrée 105 et raccordée à l'extérieur par le conduit 106. Le circuit magnétique 107 est alimenté par la bobine 108. Nous remarquerons que en face de la veine active de la spire liquide 104 une cloison en céramique 109 sépare la veine active 104 du four 102 pour
20 limiter ainsi les circulations parasites du métal liquide entre four et veine active. Ainsi cette veine active de la spire 104 est à une altitude supérieure au fond du four et la spire 104 est inclinée pour descendre vers ce fond du four ce qui permet la vidange de la spire.

25 Sur la figure 3 qui est la coupe verticale du bassin au niveau du système de pompage électromagnétique, on retrouve la veine liquide 104 et on constate aussi que la veine d'entrée à droite est à une altitude plus faible que la veine active. On retrouve aussi le circuit magnétique 107 et
30 la bobine d'excitation primaire 108. L'encoche de saturation 110 dans le circuit magnétique est représentée sur cette figure 3.

Sur la figure 4 qui est une coupe horizontale du bassin latéral au niveau de la spire 104, on retrouve le circuit
35 magnétique 107, le tube de sortie 106 et la cloison de céra-

mique 109 séparant partiellement la spire liquide 104 du four 102.

Le système de pompage électromagnétique à saturation magnétique représenté schématiquement sur la figure 1 n'est pas limitatif. A titre d'exemple nous allons donner quelques variantes de ces systèmes de pompage électromagnétique à saturation magnétique qui peuvent être mis sous la céramique du bassin latéral du four, à la place du système de pompage électromagnétique de la figure 1.

Une de ces variantes représentée figure 5 consiste à utiliser un transformateur à trois branches magnétiques verticales avec la jambe médiane 54 passant au centre de la spire liquide 52. Le courant dans cette spire liquide est induit d'une part, par le circuit jambe verticale 57 plus jambe médiane 54 et partiellement par le circuit jambe verticale 53 plus jambe médiane 54. Dans ce dernier circuit 53-54, la bobine 58 servira aussi à créer le champ de fuite augmenté par l'encoche de saturation 56 entre la jambe verticale 54 et la partie rapprochée 55 de la jambe 53. On peut remplacer les deux bobines 51 et 58 sur les branches horizontales supérieures par une seule bobine sur la jambe centrale 54 sans rien changer au problème.

Une autre variante, représentée figure 6, consiste à utiliser un transformateur à trois jambes magnétiques verticales avec les jambes extrêmes localement rapprochées pour créer une pompe avec deux spires liquides superposées en série. Les deux diagrammes de la loi de Laplace montrent que les forces de pompage s'ajoutent.

De même une autre variante, représentée figure 7, consiste à utiliser le même transformateur à trois jambes à jambes extrêmes rapprochées de la jambe médiane pour créer une pompe à effets parallèles dans la spire unique. Chaque demi-spire est active et rejette le métal vers le haut. Les deux sorties peuvent être indépendantes ou reliées pour avoir l'effet parallèle qui augmente le débit. Ici nous avons re-

présenté, sur la figure 7, la bobine unique sur la jambe médiane.

Il est de même possible d'utiliser dans le même esprit comme représenté sur la figure 8 un transformateur simple à une bobine d'excitation 81 et deux jambes verticales 83 et 84 avec une spire 82 et 87 autour de chaque jambe verticale entre lesquelles passe la partie commune 88 de ces deux spires 82 et 87. La face avant de ces deux spires 82 et 87 ainsi que la partie commune 88 sont ouvertes sur le bassin principal du four ce qui permet leur alimentation en métal liquide. La partie commune 88 entre les parties rapprochées des jambes verticales 83 et 84 va constituer la veine active de notre système électromagnétique. Dans cette veine active 88, les courants induits dans les deux spires 82 et 87 s'ajoutent en valeur et en direction. L'encoche de saturation 86 placée ici sur la branche horizontale inférieure 89 augmente le champ de fuite H_f . Nous avons représenté le diagramme de la loi de Laplace et le sens de pompage Q est aussi dirigé vers le haut.

Nous rappelons que l'encoche de saturation 86 peut être remplacée par exemple par un rétrécissement progressif des deux parties rapprochées des deux jambes verticales 83 et 84, ou encore par le rétrécissement de la branche horizontale inférieure 89 ou encore par d'autres moyens connus tels que fentes ou trous, etc...

Cette description des exemples d'utilisation de la saturation locale pour réaliser des systèmes de pompage électromagnétique n'est évidemment pas limitative car, bien sûr, d'autres applications entrant dans le cadre de l'invention en découlent pour l'homme de l'art, telles que par exemple, des transformateurs à plusieurs jambes avec plusieurs spires avec effets parallèles ou séries à plusieurs étages.

Dans la pratique, le bassin latéral d'un four de fonderie pourra être réalisé avec le système électromagnétique de pompage, dont le principe a été représenté sur la figure

8 placé dans la céramique de ce dit bassin latéral.

Sur la ligne 9 pour simplifier, nous n'avons pas représenté le four entier, mais seulement une faible partie accolée au bassin latéral qui fait seul l'objet de l'invention.

5 Le circuit magnétique 207 est partiellement noyé dans la céramique avec la spire active 204 et le conduit de sortie du métal 206. La bobine d'excitation 208 est dans l'air ambiant. La spire active 204 est en liaison avec le four 202 par l'orifice d'entrée du métal 205. Cette spire active dont on ne
10 voit sur la figure, à cause de la coupe représentée, que la veine active 204 et les parties avant et arrière des deux spires reliées à cette veine active 204, est à un niveau supérieur au fond du four et la cloison 209 descend en-dessous du niveau inférieur de cette spire pour limiter les mouvements parasites de métal liquide entre la veine active 204
15 et le four 202 à travers l'orifice 205.

Sur la figure 10 qui est une coupe verticale du bassin par l'axe du circuit magnétique, nous retrouvons le circuit magnétique 207 du transformateur avec sa bobine d'excitation
20 208. La veine active 204 est située entre les parties rapprochées des jambes verticales du transformateur 207. La saturation est obtenue ici par le rétrécissement progressif 210 des parties rapprochées des jambes verticales. Les deux spires 211 et 212 avec la partie commune 204 entourent ces
25 parties rapprochées 210 des jambes verticales et sont en liaison avec le four. Les spires 211 et 212 ont une altitude progressivement croissante depuis le niveau du fond du four à l'entrée 205 jusqu'au niveau de la veine active 204 à l'arrière, ce qui permet la vidange de l'ensemble des spires liquides.
30

La bobine 208 est représentée ici au-dessus du bassin du four mais elle peut aussi bien être placée sur le côté sur l'avant du bassin par exemple. Dans ce cas, le tube de sortie 206 au lieu d'être incliné pourrait être vertical au-
35 dessus de la veine active 204 ce qui permettrait à un tuyau

de sortie raccordé au tube 206 d'avoir une orientation quelconque.

On peut de même dédoubler la bobine 208 pour dégager le dessus du bassin et placer les deux bobines de chaque côté du four sans sortir de l'invention.

Sur la figure 11 qui est une coupe horizontale à hauteur de la veine active, pour faciliter la compréhension, nous retrouvons le circuit magnétique 207 du transformateur, la veine active 204 avec les deux spires 211 et 212, la cloison 209 et le tube de sortie 206 représenté en pointillé car il est à un niveau supérieur au plan de la coupe.

Sur la figure 12, nous avons représenté une autre variante de construction qui consiste à prémouler le système de pompage électromagnétique comprenant, une partie au moins du circuit magnétique 307 et au moins une partie de la spire liquide 304, dans un bloc de céramique 313 identique à celle du bassin ou différente. Le bassin latéral 315 est amovible et la céramique 324 de ce bassin latéral 315 est coulée avec une forme intérieure pour recevoir la forme extérieure 313 du bloc de céramique comprenant le système de pompage électromagnétique. On placera entre la céramique du bassin et celle du système électromagnétique une feuille souple de fibre ou de feutre d'alumine du commerce 314 qui facilitera le démontage et évitera la progression d'une fuite éventuelle de métal liquide.

La partie fixe du four 316 est fixée sur un châssis 317 qui peut recevoir le bassin amovible 315. L'assemblage du bassin amovible sur le four est réalisé par un système ordinaire vis-écrous 318 comprimant chacun au moins un ressort dont le rôle est de presser un autre joint en fibre ou feutre d'alumine 319 placé entre le bassin amovible 315 et le four 316.

Sur la figure 13, le four, représenté assemblé et vu par-dessus, est à creuset amovible en céramique. Le creuset est chauffé par exemple par des baguettes électriques ou

encore par un ensemble de métal déployé épousant la forme extérieure du creuset ou noyé dans des fibres ou la céramique du four.

La figure 14 représente les différentes pièces du four
5 démontées.

Nous avons donné au four représenté une forme rectangulaire, mais bien entendu, on peut donner à l'ensemble four-bassin électromagnétique toute forme désirable pour l'adapter aux besoins des utilisateurs. En particulier, un four de forme cylindrique entre parfaitement dans le cadre de cette invention.
10

De même, le fait d'utiliser sur un même four plusieurs bassins électromagnétiques ou plusieurs systèmes électromagnétiques par bassin, ne sort pas non plus du cadre de cette invention four avec bassin électromagnétique latéral intégré.
15

Il coule de source, évidemment, que de tels fours peuvent servir pour toutes les utilisations en fonderie : coquille, basse-pression, machines à couler sous pression, carrousels de fonderie, coulée sous vide avec four étanche, coulée en cire perdue, etc... En effet, de tels fours remplacent les fours électromagnétiques ou les fours sous pression ou même le fondeur, pour couler le métal par gravité ou le remonter dans un tube de sortie vers un moule placé plus haut ou même le transférer à l'extérieur hors du four.
20

25

30

35

REVENDICATIONS

1. Bassin latéral de four de fonderie caractérisé en ce qu'il est doté d'un système électromagnétique de pompage dont les bobinages d'excitation électrique sont rejetés dans l'air ambiant et en ce que au moins une partie du circuit magnétique et au moins l'une des veines de ce métal liquide destinée au pompage sont logées dans la céramique dudit bassin.

2. bassin selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit magnétique comporte une partie magnétiquement saturée.

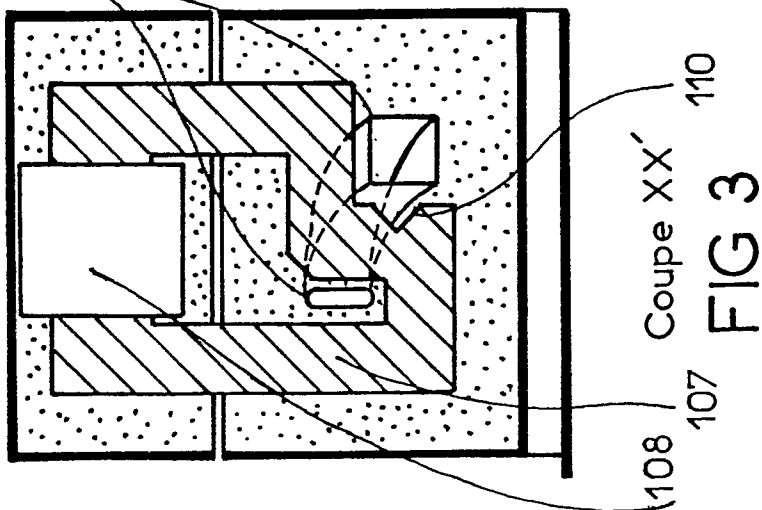
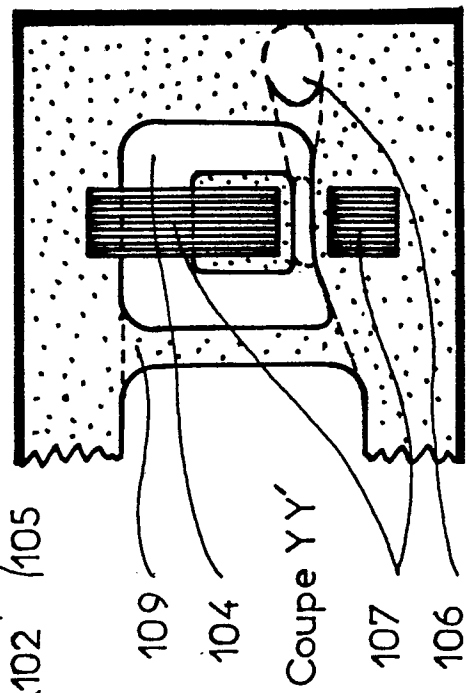
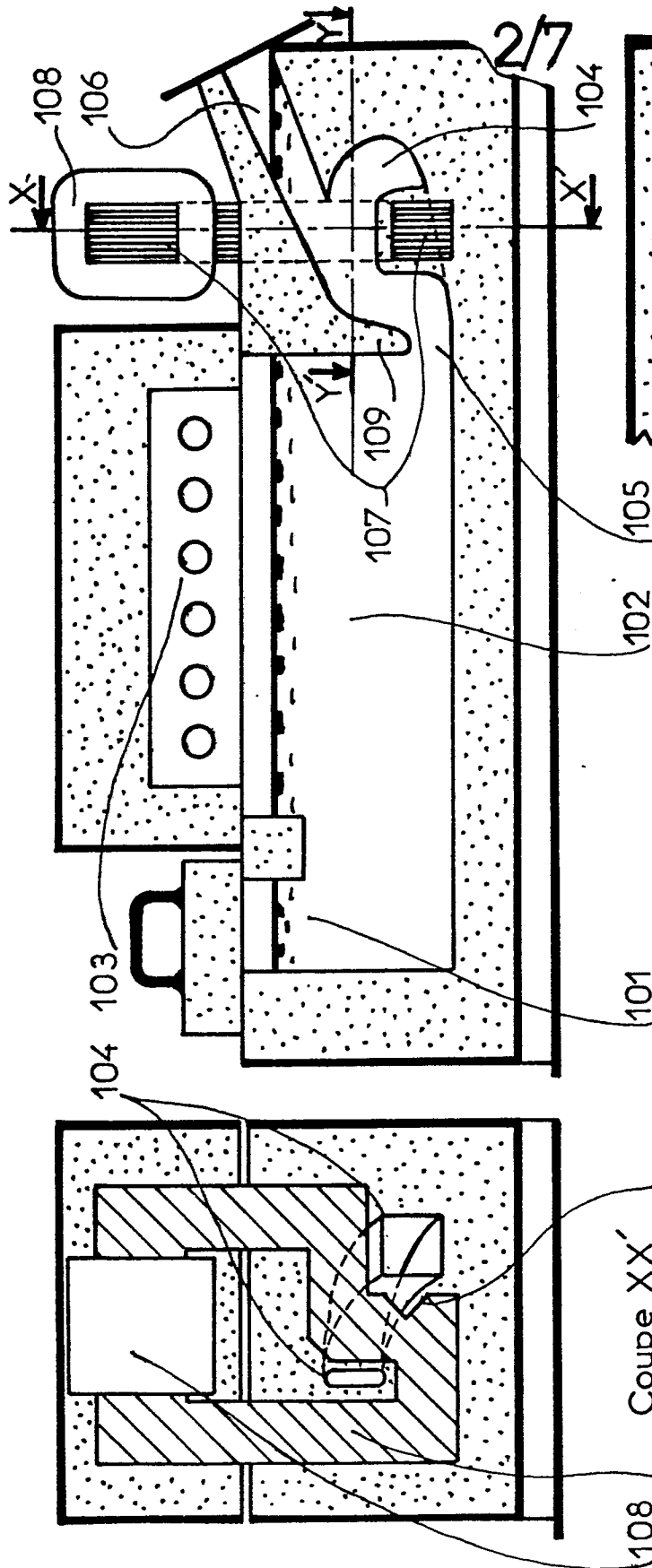
3. Bassin selon la revendication 2, caractérisé en ce que la partie saturée du circuit magnétique est située au niveau d'un rapprochement local des branches verticales du circuit magnétique, développant ainsi entre lesdites branches un champ de fuite magnétique à travers l'une au moins des veines de métal liquide parcourue par un courant électrique induit.

4. Bassin selon la revendication 3, caractérisé en ce que le système électromagnétique de pompage utilise deux spires liquides secondaires accolées, dont la partie commune centrale formant la veine active, placée entre les branches rapprochées localement d'un circuit magnétique d'alimentation avec saturation locale est traversée par le champ électromagnétique de fuite entre les branches verticales du circuit magnétique et que ce champ de fuite combiné au courant induit dans la veine active liquide crée la force de pompage du métal liquide.

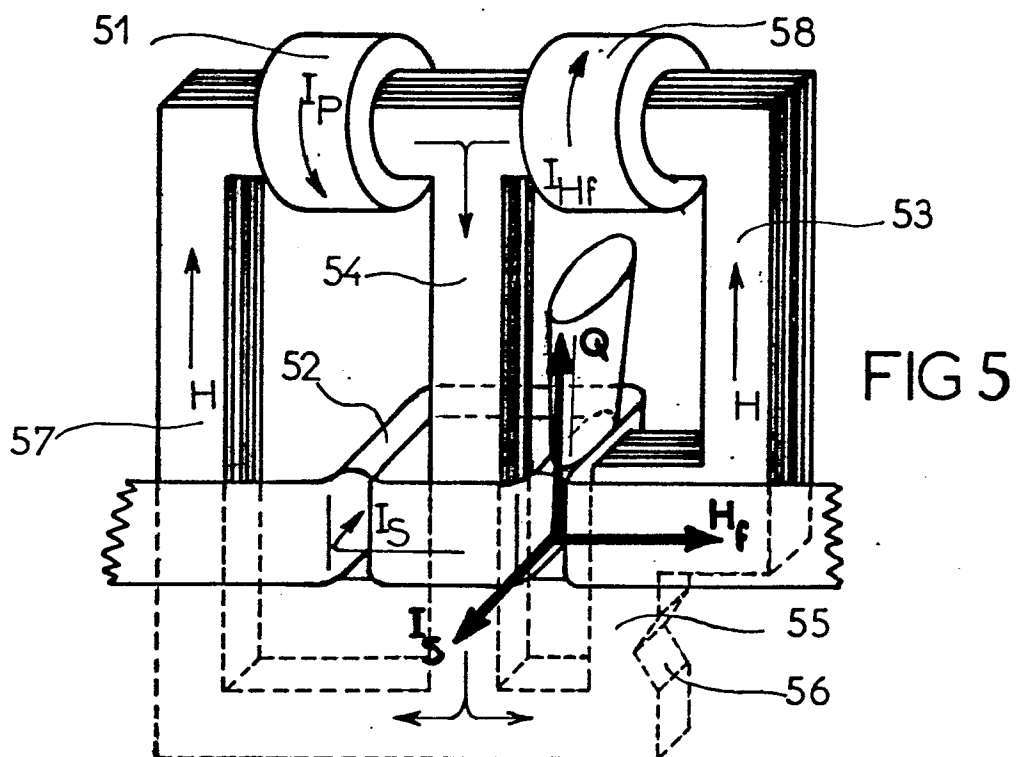
5. Bassin selon les revendications 1, 2, 3 et 4 caractérisé en ce que ledit bassin est démontable.

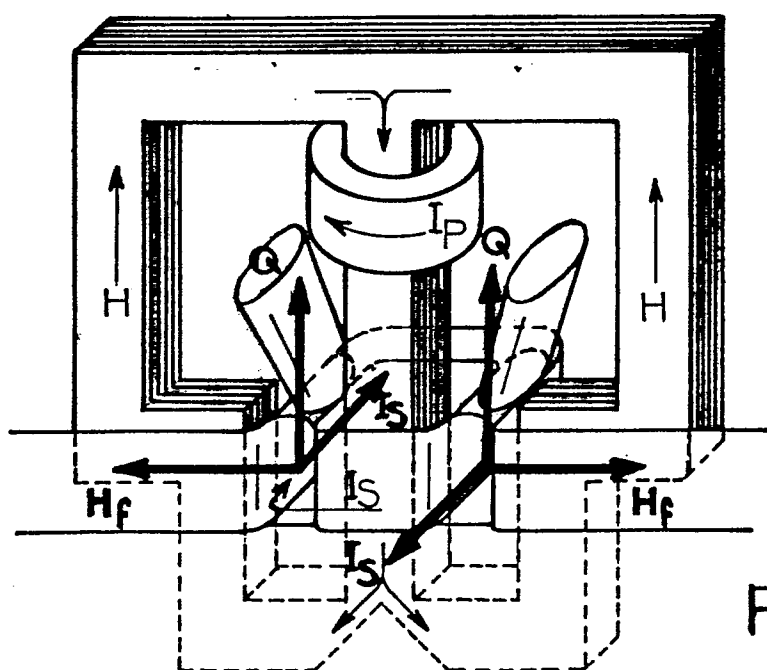
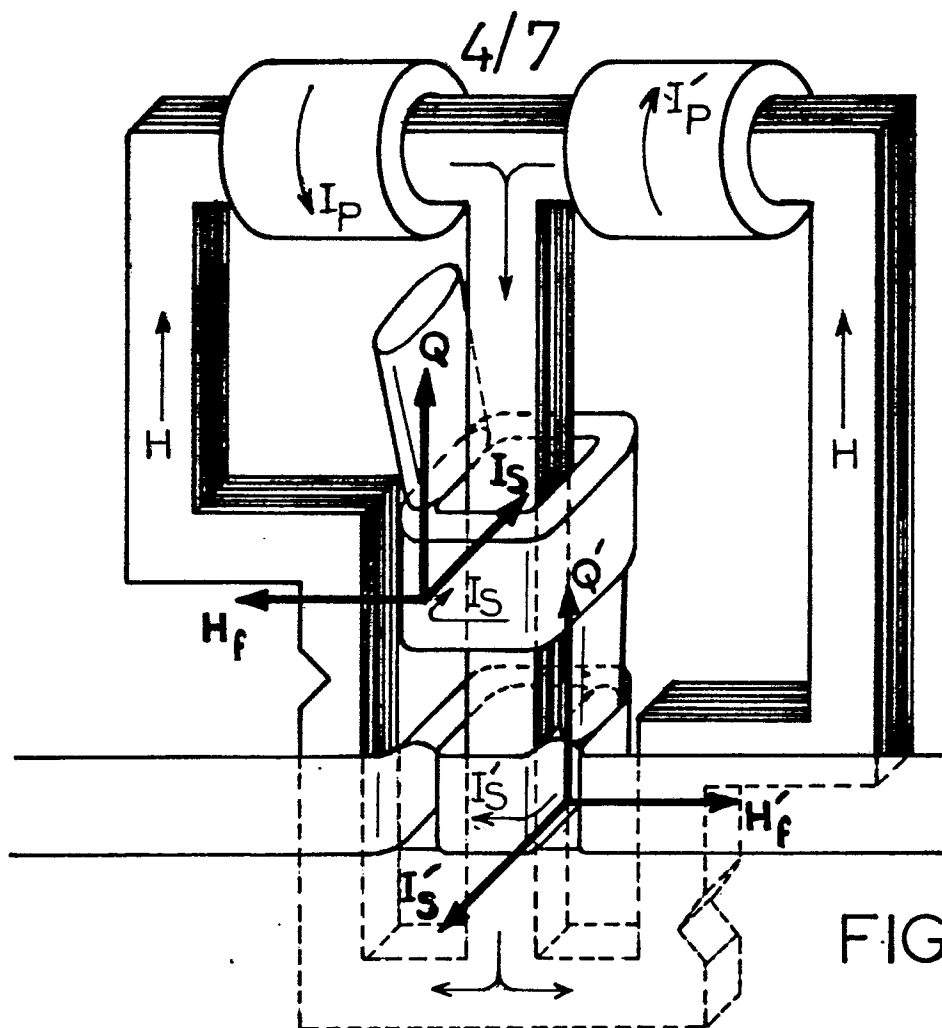
6. Bassin selon les revendications 1, 2 et 3 caractérisé en ce que au moins une partie des circuits magnétiques actifs du système électromagnétique et au moins l'une des veines de métal liquide sont logés dans un bloc de céramique prémoulée logé lui-même dans la céramique du four pour pouvoir être démontée.

7. Bassin selon les revendications 1, 2, 3, 4, 5 et 6 caractérisé en ce que au moins deux systèmes électromagnétiques de pompage sont logés dans ce dit bassin.



3/7





5/7

