



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 213 440 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
12.06.2002 Bulletin 2002/24

(51) Int Cl.7: **E21B 17/00, E21B 47/12**

(21) Numéro de dépôt: **01402933.4**

(22) Date de dépôt: **15.11.2001**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
• **Aiello, Giovanni**
92000 Nanterre (FR)
• **Gessay, Jean-Claude**
92000 Nanterre (FR)

(30) Priorité: **05.12.2000 FR 0015720**

(74) Mandataire: **Dronne, Guy et al**
Cabinet Beau de Loménie,
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

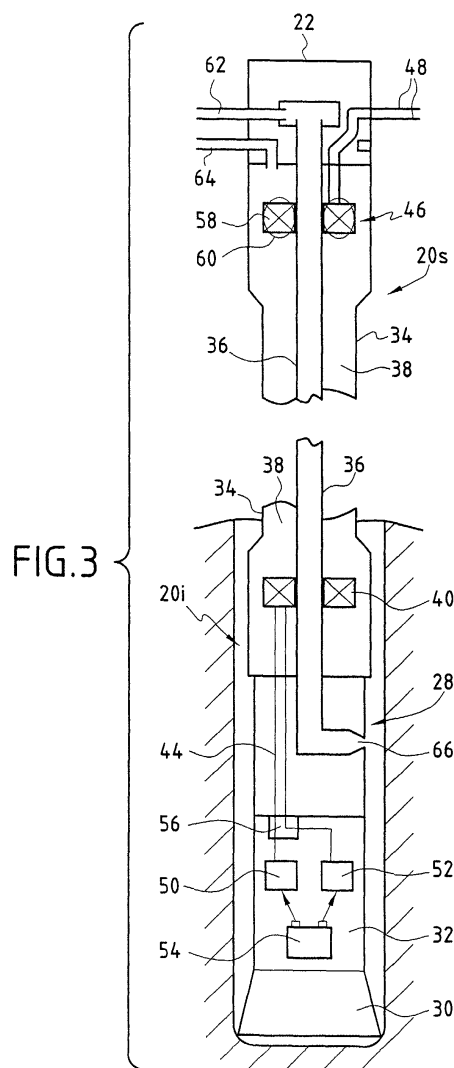
(71) Demandeur: **COMPAGNIE DU SOL**
92000 Nanterre (FR)

(54) **Procédé de transmission d'informations le long d'un train de tiges de forage**

(57) L'invention concerne un train de tiges de forage (20i, 20s) équipé de moyens de transmission d'informations, chaque tige comportant une paroi externe conductrice (34), une conduite interne (36) coaxiale également conductrice pour la circulation d'un liquide sous pression, ledit espace annulaire (38) entre la paroi externe et la conduite interne étant rempli d'un fluide isolant.

Les moyens de transmission d'informations comprennent :

- une première bobine de couplage inductif (40) disposée à proximité de l'extrémité inférieure dudit train de tiges dans ledit espace annulaire (38) ; des moyens (44, 56) pour appliquer à ladite bobine un signal électrique représentatif des informations à transmettre ; une deuxième bobine (46) de couplage inductif disposée à proximité de l'extrémité supérieure dudit train de tiges et dans l'espace annulaire (38) ; des moyens (48) pour recueillir le signal électrique créé dans ladite deuxième bobine.



EP 1 213 440 A1

Description

[0001] La présente invention a pour objet un procédé de transmission d'informations par un train de tiges spéciales qui sert à la fabrication de colonnes plus résistantes que le terrain en place, ce train de tiges permettant, ce train de tiges permettant la transmission desdites informations entre son extrémité supérieure voisine de la surface du sol et son extrémité inférieure portant les outils de forage.

[0002] La technique de consolidation des sols par déstructuration du terrain par un jet de liquide à très haute pression, le plus souvent appelée "jet grouting" consiste à réaliser des colonnes de béton de sol (mélange en place de terrain avec un liant apporté par le fluide du jet) à partir d'un forage en utilisant un train de tiges dans lequel est envoyé le fluide à haute pression pour réaliser la colonne. Un des procédés de jet appelé "jet double" utilise deux fluides. Un premier liquide pour déstructurer le terrain et de l'air pour améliorer l'efficacité du jet de liquide. Elle se fait de façon classique en utilisant un train de tiges à double colonne, c'est-à-dire comportant une conduite interne permettant de conduire les deux fluides au fond du forage. La conduite centrale véhicule le liquide de jet, généralement un mélange d'eau et de ciment, et dans l'espace annulaire entre la paroi externe du tube et la conduite interne circule l'air comprimé.

[0003] Il est de plus en plus fréquent de faire des colonnes profondes en "jet grouting" qui doivent être parfaitement positionnées pour constituer un voile dans le sol ou un massif de terrain traité par cette méthode. Pour arriver à réaliser correctement ce type d'ouvrage, il faut mesurer en continu, d'une part, la position du forage pendant la phase de forage et, d'autre part, le diamètre de la colonne pendant la phase de jet servant à réaliser la colonne dans le forage réalisé précédemment. Pour cela, des capteurs de position inclinomètre, magnétomètre ou gyromètre et des appareils de mesure de diamètre sont embarqués à l'extrémité inférieure du train de tiges. Ces capteurs doivent pouvoir communiquer avec la surface afin que les données qu'ils fournissent soient transmises en temps réel pour permettre d'apporter immédiatement les corrections nécessaires afin d'obtenir la qualité requise pour l'ouvrage en cours de construction.

[0004] Pour réaliser cette transmission d'informations, on a déjà proposé dans les demandes de brevet français 2 777 595 et 2 777 594 d'utiliser une boucle de courant pour transmettre l'information dont un des conducteurs est le fluide de forage lui-même et dont le second est, soit la tige, soit le terrain. Des bobines, respectivement émettrice et réceptrice sont disposées sur ce circuit électrique pour émettre et recevoir les informations sous forme d'impulsions électriques. Il faut pour cela utiliser des tiges qui comportent un isolant intérieur et le fluide doit être conducteur de l'électricité.

[0005] Un premier objet de l'invention est de fournir un support de transmission d'informations à l'aide d'un

train de tiges pour la technique de "jet double" qui soit plus simple de mise en oeuvre et utilisable avec des tiges pour "jet double" standard.

[0006] Pour atteindre ce but selon l'invention, le procédé de transmission d'informations entre l'extrémité inférieure et l'extrémité supérieure d'un train de tiges, chaque tige comprenant une paroi conductrice externe et une conduite interne coaxiale en un matériau conducteur pour l'acheminement du liquide sous pression, l'espace annulaire entre ladite conduite et ladite paroi externe étant rempli par un fluide isolant électrique, est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

on dispose une première bobine de couplage inductif à proximité de l'extrémité à fermer du train de tiges dans ledit espace annulaire de telle manière que ladite bobine entoure ladite conduite, on applique à ladite bobine un signal électrique représentatif de l'information à transmettre, on dispose une deuxième bobine de couplage inductif à proximité de l'extrémité supérieure du train de tiges dans ledit espace annulaire pour que ladite deuxième bobine entoure ladite conduite, on recueille sur ladite deuxième bobine un signal électrique représentatif de l'information transmise.

[0007] Un autre objet de l'invention est de fournir un train de tiges pour la mise en oeuvre de la technique à "jet double" qui permet de façon améliorée la transmission de l'information.

[0008] Pour atteindre ce but, le train de tiges équipé de moyens de transmission d'informations, chaque tige comportant une paroi externe conductrice, une conduite interne coaxiale également conductrice pour la circulation d'un liquide sous pression, ledit espace annulaire entre la paroi externe et la conduite interne étant rempli d'un fluide isolant, est caractérisé en ce que les moyens de transmission d'informations comprennent :

- une première bobine de couplage inductif disposée à proximité de l'extrémité inférieure dudit train de tiges dans ledit espace annulaire de telle manière que ladite bobine entoure ladite conduite ;
- des moyens pour appliquer à ladite bobine un signal électrique représentatif des informations à transmettre ;
- une deuxième bobine de couplage inductif disposée à proximité de l'extrémité supérieure dudit train de tiges et dans l'espace annulaire de telle manière que ladite bobine entoure ladite conduite ;
- des moyens pour recueillir le signal électrique créé dans ladite deuxième bobine.

[0009] On comprend que, selon l'invention, la boucle de courant est constituée par les éléments conducteurs formés par la paroi externe des tiges et par la conduite interne de ces mêmes tiges qui sont séparées par le gaz isolant remplissant l'espace annulaire entre ces deux tu-

bes coaxiaux. On voit donc que cette transmission d'informations ne demande aucune modification des tiges standard. Elle nécessite simplement la mise en place des bobines de couplage inductif dans la tige de forage inférieure et dans la tige de forage supérieure. La bobine inférieure, dans ce mode de réalisation, joue le rôle d'émetteur et la bobine supérieure joue le rôle de récepteur permettant de transmettre l'information vers les installations de traitement et d'exploitation disposées à la surface du sol.

[0010] On comprend également que les informations appliquées à la première bobine, c'est-à-dire à la bobine inférieure, sont celles qui sont délivrées par les capteurs montés dans la partie inférieure du train de tiges et que ces mêmes informations, éventuellement transformées quant à leur forme, sont recueillies par la bobine supérieure et transmises aux ensembles de traitement disposés à la surface du sol.

[0011] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux figures annexées, sur lesquelles :

- la figure 1 est une vue en élévation d'un équipement de forage par "jet grouting" de type connu ;
- la figure 2 est une vue simplifiée de l'ensemble du train de tiges équipé des moyens de transmission ;
- la figure 3 montre plus en détail les moyens de transmission d'informations montés à la partie supérieure et à la partie inférieure du train de tiges ; et
- la figure 4 montre un exemple de codage de l'information à transmettre.

[0012] Sur la figure 1, on a représenté de façon simplifiée une machine de forage par "jet double". Cette figure montre une plate-forme 10 de préférence montée sur des chenilles 12 sur laquelle est articulé à son extrémité inférieure 14a un mât vertical de guidage 14. Le mât 14 sert au guidage en translation verticale d'un chariot 16 qui porte lui-même une tête de forage 18 ou tête de mise en rotation. La tête de forage 18 sert, d'une part, à la mise en rotation du train de tiges 20 constitué par les tiges élémentaires 20a et au mouvement de descente du train de tiges sous l'effet de la descente du chariot 16. A l'extrémité supérieure du train de tiges, on trouve en particulier un joint tournant 22 qui permet l'alimentation en air sous pression et en liquide de jet 24 et 26. La tige inférieure 20_i est équipée de l'outil de jet 28 et d'un outil mécanique de forage 30.

[0013] On comprend que le forage est réalisé par la mise en rotation du train de tiges et par l'abaissement de celui-ci dans le sol. On comprend également que, dans le cas où le forage est profond, on sera amené à monter des tiges 20a intermédiaires supplémentaires.

[0014] Sur la figure 2, on a représenté de façon simplifiée le train de tiges 20 avec ses tiges courantes 20a, sa tige inférieure 20_i, l'outil de jet 28 et l'outil mécanique

30. A son extrémité inférieure, le train de tiges comporte en outre un module 32 contenant différents capteurs qui seront explicités ultérieurement. Comme le montre la figure 2, chaque tige 20a est constituée par un tube externe 34 et par une conduite interne coaxiale 36. La paroi externe 34 et la conduite interne 36 définissent entre elles un espace annulaire 38 qui sert à l'acheminement de l'air sous pression vers le module de jet 28. La conduite interne coaxiale 38 sert à l'acheminement du liquide sous pression également vers le module de jet.

[0015] Selon l'invention, pour permettre la transmission des informations entre les capteurs contenus dans le module inférieur 32 et la surface du sol, on monte dans l'élément de tige inférieur 20_i une première bobine 40 de couplage électromagnétique, cette bobine étant montée dans l'espace annulaire 38 rempli d'air sous pression. Cette bobine 40 entoure la conduite interne 36. Pour faciliter le montage de la bobine 40, il est possible de prévoir que, dans cette zone, la paroi externe 34 de la tige présente une portion de plus grand diamètre 42. Comme on l'expliquera plus en détail ultérieurement, la bobine 40 est reliée par des conducteurs électriques tels que 44 aux capteurs du module 32. Dans l'élément de tige supérieur 20_s, on monte une deuxième bobine 46 qui entoure la conduite interne 36 et qui est disposée dans l'espace annulaire 38. Cette deuxième bobine 46 est reliée à des conducteurs électriques 48 par l'intermédiaire du joint tournant 22.

[0016] Comme cela est connu, la paroi externe des tiges 20 et la conduite interne 36 de ces mêmes tiges sont réalisées en un métal ou un alliage conducteur de l'électricité. On comprend que la conduite interne 36 et la paroi externe 34 reliées électriquement à leurs extrémités supérieures et inférieures par tout moyen convenable constituent une boucle conductrice bien adaptée pour la transmission selon le mode de boucle de courant. Les bobines 40 et 46 sont montées sur un des éléments conducteurs de cette boucle de courant constituée par la conduite interne 36 et la paroi externe 34. Si donc, on applique un signal électrique non continu à la bobine inférieure 40, un courant induit est créé dans la boucle de courant définie précédemment et est donc recueilli par la bobine supérieure 46. On obtient donc, sur la bobine 46 et les conducteurs 48 qui lui sont associés, un signal électrique représentatif du signal électrique qui a été appliqué à la bobine inférieure 40. Si le signal appliqué à la bobine 40 est représentatif de mesures effectuées par les capteurs disposés dans le compartiment de mesure 32, on comprend que l'on récupère à la surface du sol des signaux électriques représentatifs de ces mesures, ces signaux électriques pouvant être traités en temps réel à la surface.

[0017] En se référant maintenant à la figure 3, on va décrire plus en détail les éléments constitutifs de l'invention disposés dans l'élément de tige inférieur 20_i et dans l'élément de tige supérieur 20_s.

[0018] Sur la figure 3, on a fait apparaître plus en détail, dans le compartiment de mesure 32, un capteur de

verticalité 50 servant à contrôler la verticalité de l'outil de forage et un capteur 52 permettant de mesurer l'épaisseur de la colonne réalisée dans la phase de jet. Il pourrait bien sûr y avoir d'autres capteurs disposés dans ce compartiment. On y a fait figurer également une source d'alimentation électrique autonome 54. Les capteurs de mesure 50, 52 sont reliés à un composant d'interface 56 qui permet de convertir les signaux électriques délivrés par les capteurs et correspondant aux mesures effectuées en mesures numériques puis en un signal alternatif représentatif de l'information numérique. Il s'agit par exemple d'un générateur de fréquence fixe et d'amplitude fixe qui délivre un signal alternatif dans les périodes où le signal numérique a la valeur binaire 1 et qui ne délivre aucun signal alternatif dans le cas où le signal numérique a la valeur binaire 0. C'est ce qui est représenté sur la figure 4. Les signaux de fréquence élaborés par le circuit d'interface 56 sont appliqués à la bobine de couplage inductif inférieure 40 par les conducteurs 44. De préférence, les bobines de couplage inductif 40 et 46 sont constituées par un noyau magnétique en forme de tore entourant la conduite interne 36, noyau sur lequel est bobiné un conducteur électrique pour constituer une bobine électromagnétique de type classique.

[0019] Dans l'espace annulaire 38 de la tige supérieure 20_s, on retrouve la bobine supérieure réceptrice 46 qui est reliée via le joint tournant 22 au conducteur électrique de sortie 48. La bobine 46 est de préférence réalisée également à l'aide d'un noyau magnétique en forme de tore 58 et d'un conducteur électrique bobiné sur ce noyau 60.

[0020] Sur la figure 3, on a représenté également schématiquement l'arrivée du liquide sous pression 62, par exemple du ciment en suspension dans de l'eau pour alimenter la conduite interne 36 et l'alimentation en air comprimé 64 pour alimenter l'espace annulaire 38. Dans le compartiment de jet 28, on a représenté également schématiquement une buse d'injection 66 raccordée à la conduite axiale 36 et une buse annulaire 68 raccordée à l'espace annulaire 38 dans lequel circule l'air sous pression.

[0021] Selon le mode de réalisation décrit ci-dessus, on trouve une bobine inférieure 40 émettrice reliée aux capteurs et une bobine supérieure 46 reliée à l'ensemble de traitement. L'information circule donc de la partie inférieure du train de tiges vers la surface du sol. Dans certains cas, il peut être intéressant de transmettre des informations aux capteurs depuis la surface du sol, c'est-à-dire de permettre la transmission du haut vers le bas. Pour cela, on peut prévoir deux bobines dans la tige supérieure 20_s dont l'une est émettrice et dont l'autre est réceptrice et deux bobines dans la tige inférieure 20_i respectivement émettrice et réceptrice. D'un point de vue pratique, les deux bobines seront constituées de préférence par un seul tore magnétique sur lequel on bobinera un enroulement émetteur et un enroulement récepteur.

[0022] Pour obtenir ce résultat, il est également possible de n'utiliser que deux bobines qui seront alternativement utilisées comme émetteur et comme récepteur. Pour cela, chaque bobine peut être associée à un organe de commutation qui permet de la relier soit à un circuit récepteur, soit à un circuit émetteur.

[0023] Les deux bobines électromagnétiques associées à la boucle de courant définie ci-dessus, permettent également de transmettre de l'énergie électrique depuis la surface vers le compartiment de mesure 32 pour recharger la batterie ou l'accumulateur 54. Ce transfert d'énergie est réalisé dans les périodes où aucune information n'est à transmettre.

[0024] De plus, dans la description précédente, on a envisagé le cas de la technique du "jet double".

[0025] Pour certains ouvrages, on utilise la technique du "jet triple". Un jet de liquide et un jet d'air sous pression servent à la déstructuration du terrain alors que le troisième jet sert à l'amenée du coulis pour la réalisation de la colonne. Les tiges comportent alors deux conduites internes coaxiales. Dans ce mode de réalisation, les bobines de couplage inductif seront encore disposées dans l'espace annulaire dans lequel circule l'air sous pression.

Revendications

1. Procédé de transmission d'informations entre l'extrémité inférieure et l'extrémité supérieure d'un train de tiges, chaque tige comprenant une paroi conductrice externe et une conduite interne coaxiale en un matériau conducteur pour l'acheminement du liquide sous pression, l'espace annulaire entre ladite conduite et ladite paroi externe étant rempli par un fluide isolant électrique, **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes suivantes :

on dispose une première bobine de couplage inductif à proximité de l'extrémité à fermer du train de tiges dans ledit espace annulaire de telle manière que ladite bobine entoure ladite conduite,

on applique à ladite bobine un signal électrique représentatif de l'information à transmettre,

on dispose une deuxième bobine de couplage inductif à proximité de l'extrémité supérieure du train de tiges dans ledit espace annulaire pour que ladite deuxième bobine entoure ladite conduite,

on recueille sur ladite deuxième bobine un signal électrique représentatif de l'information transmise.

2. Train de tiges de forage équipé de moyens de transmission d'informations, chaque tige comportant une paroi externe conductrice, une conduite interne coaxiale également conductrice pour la circulation

d'un liquide sous pression, ledit espace annulaire entre la paroi externe et la conduite interne étant rempli d'un fluide isolant, **caractérisé en ce que** les moyens de transmission d'informations comprennent :

- une première bobine de couplage inductif disposée à proximité de l'extrémité inférieure dudit train de tiges dans ledit espace annulaire de telle manière que ladite bobine entoure ladite conduite ; 10
- des moyens pour appliquer à ladite bobine un signal électrique représentatif des informations à transmettre ;
- une deuxième bobine de couplage inductif disposée à proximité de l'extrémité supérieure dudit train de tiges et dans l'espace annulaire de telle manière que ladite bobine entoure ladite conduite ; 15
- des moyens pour recueillir le signal électrique créé dans ladite deuxième bobine. 20

3. Train de tiges selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre à son extrémité inférieure au moins un capteur de mesure 25
et **en ce que** lesdits moyens pour appliquer ledit signal électrique comprennent des moyens pour convertir en signal électrique la mesure faite par ledit capteur et des moyens pour faire circuler dans ladite première bobine un signal électrique représentatif de ladite mesure. 30

4. Train de tiges selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre à son extrémité inférieure, une batterie ou un accumulateur pour alimenter le ou les capteurs, lesdites bobines de couplage servant également à transmettre de l'énergie électrique pour recharger ladite batterie ou ledit accumulateur. 35

5. Train de tiges selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, **caractérisé en ce que** ledit capteur comprend des moyens pour élaborer un signal électrique numérique représentatif de ladite mesure et **en ce que** les moyens d'application du signal électrique comprennent des moyens pour convertir ledit signal numérique en un signal analogique. 40 45

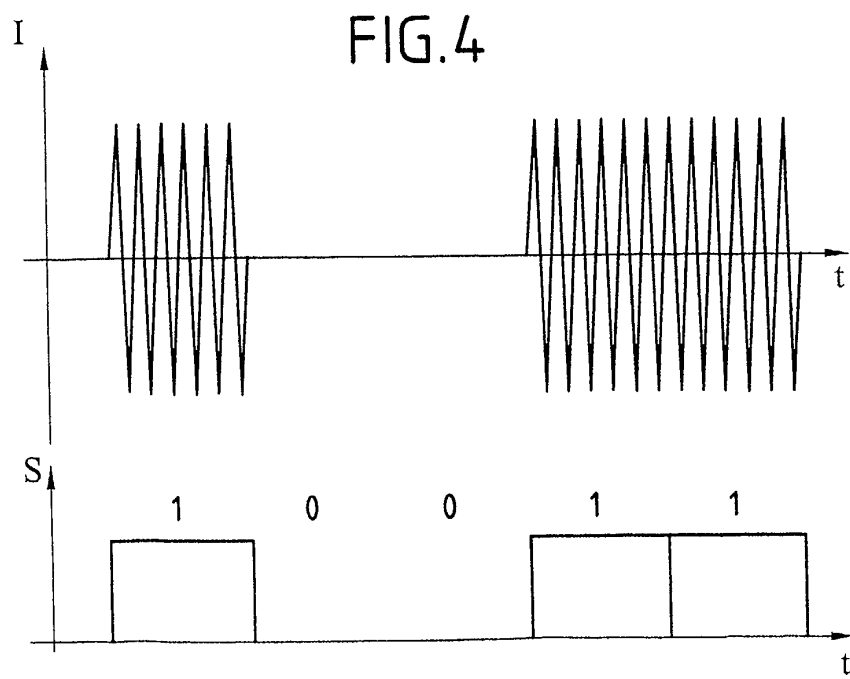
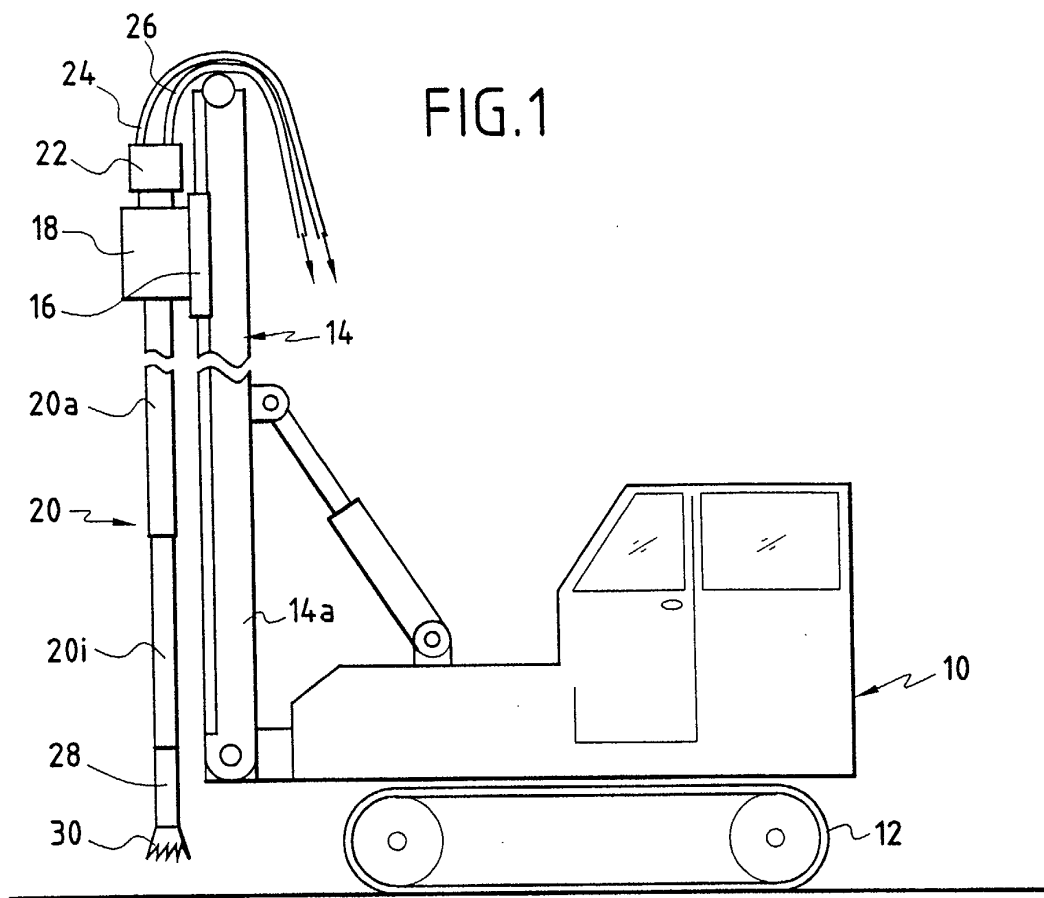
6. Train de tiges selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les moyens de conversion de l'information numérique comprennent des moyens pour élaborer un signal électrique ayant une fréquence et une amplitude données lorsque le signal numérique est dans un premier état et une absence de signal lorsque le signal numérique est dans un deuxième état. 50 55

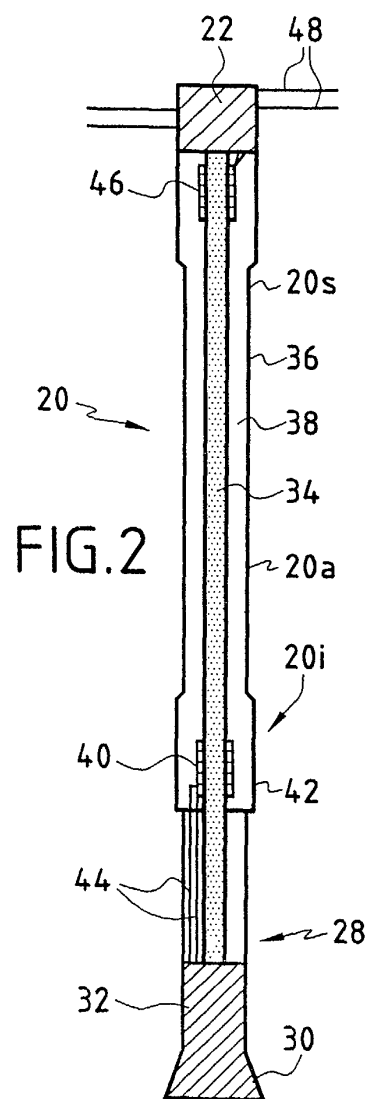
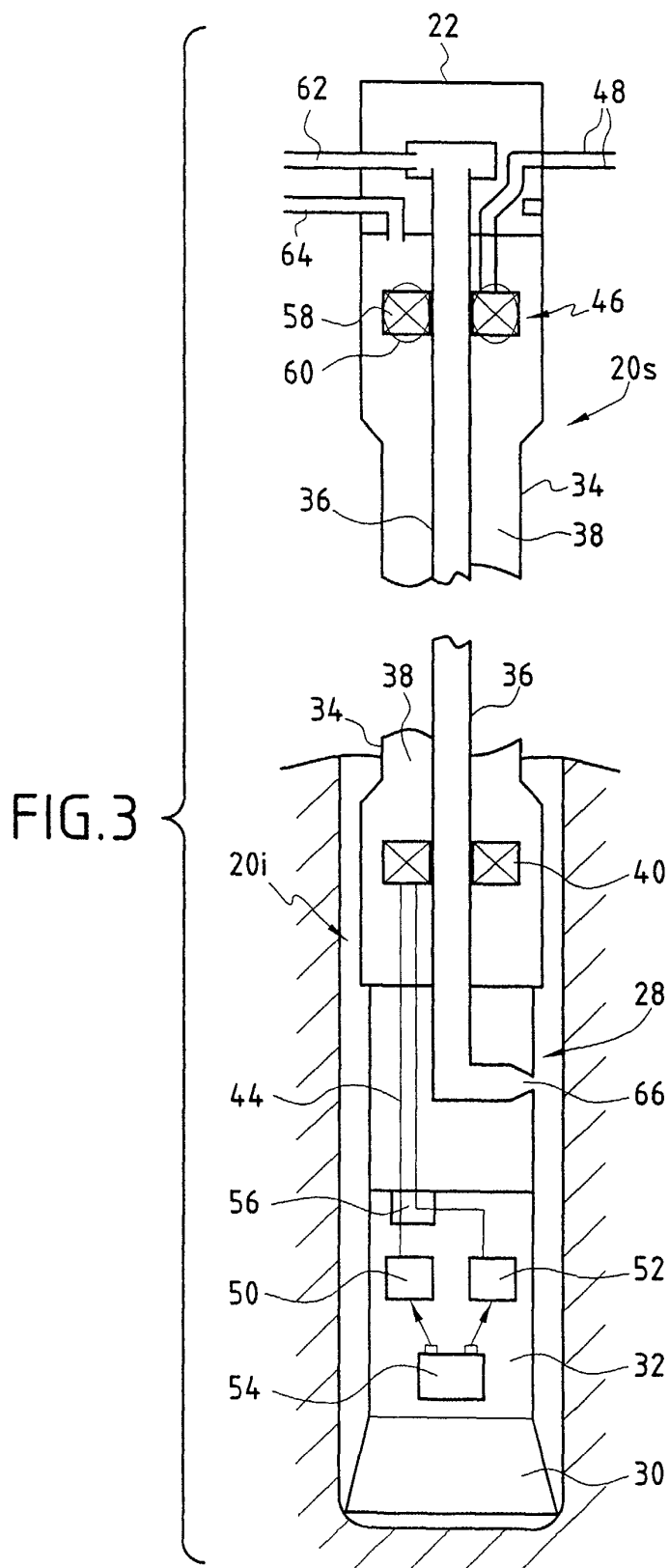
7. Train de tiges selon l'une quelconque des revendi-

cations 2 à 6, **caractérisé en ce que** chaque bobine comprend en outre des moyens de commutation pour appliquer un signal électrique à ladite bobine dans un premier état et pour recueillir le signal électrique présent sur la bobine dans un deuxième état.

8. Train de tiges selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre une troisième bobine de couplage inductif disposée dans ledit espace annulaire à proximité de ladite deuxième bobine et des moyens pour appliquer à ladite troisième bobine un signal électrique représentatif d'une information à transmettre et une quatrième bobine de couplage inductif disposée à proximité de ladite première bobine et équipée de moyens pour recueillir le signal électrique présent sur ladite quatrième bobine.

9. Train de tiges selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, **caractérisé en ce que** chaque bobine comprend un tore magnétique entourant ladite conduite interne et un conducteur électrique bobiné sur ledit tore.







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 2933

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	EP 0 964 134 A (SCHLUMBERGER SERVICES PETROL ; SCHLUMBERGER TECHNOLOGY BV (NL); SCH) 15 décembre 1999 (1999-12-15) * alinéa '0055! - alinéa '0057! * * alinéa '0084!; figures 9,10 *	1-9	E21B17/00 E21B47/12
A	GB 2 344 896 A (DRESSER IND) 21 juin 2000 (2000-06-21) * page 16, ligne 28 - page 17, ligne 29 *	1-9	
D,A	FR 2 777 594 A (SOL COMP DU) 22 octobre 1999 (1999-10-22) * page 4, ligne 29 - page 5, ligne 13 *	1-9	
A	GB 2 292 869 A (INTEGRATED DRILLING SERV LTD) 6 mars 1996 (1996-03-06) * page 6, ligne 9 - ligne 20 *	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			E21B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 9 janvier 2002	Examineur Garrido Garcia, M
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03 92 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 2933

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

09-01-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0964134	A	15-12-1999	GB 2338253 A	15-12-1999
			EP 0964134 A2	15-12-1999
			NO 992879 A	13-12-1999
GB 2344896	A	21-06-2000	AUCUN	
FR 2777594	A	22-10-1999	FR 2777594 A1	22-10-1999
GB 2292869	A	06-03-1996	EP 0699822 A2	06-03-1996
			US 5818352 A	06-10-1998

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82.