



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 648 634 A5

⑤① Int. Cl.<sup>4</sup>: E 21 B 21/08**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ **FASCICULE DU BREVET** A5

⑳ Numéro de la demande: 5495/81

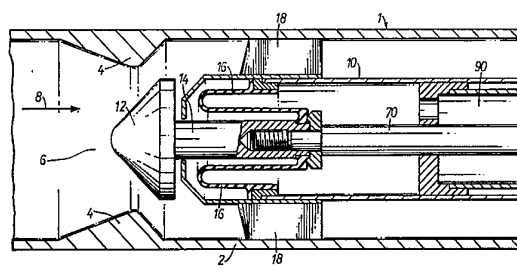
㉔ Date de dépôt: 26.08.1981

㉓ Priorité(s): 27.08.1980 GB 8027727  
20.11.1980 GB 8037213

㉔ Brevet délivré le: 29.03.1985

㉔ Fascicule du brevet  
publié le: 29.03.1985㉔ Titulaire(s):  
NL Sperry-Sun, Inc., Stafford/TX (US)㉔ Inventeur(s):  
Russell, Anthony William, Cheltenham (GB)  
Russell, Michael King, Cheltenham (GB)㉔ Mandataire:  
Jean S. Robert, Landecy-Genève⑤④ **Transmetteur de signaux pour système de télémétrie à pulsation de boue pour forage.**

⑤⑦ Le transmetteur de signaux, fonctionnant au fond d'un trou de forage, comprend un étranglement (4) et un organe (12) de réglage de cet étranglement, déplaçable par rapport à un boîtier (10) pour moduler la pression de la boue de façon à transmettre les résultats de mesure par le train de tiges et un turbogénérateur dans ledit boîtier. L'étranglement (4), son organe (12) de réglage et les moyens de commande dudit organe (12) forment un tout installé dans une masse-tige disposé au bout du train de tiges, qu'on peut retirer en le tirant par l'intérieur du train de tiges.



## REVENDECATIONS

1. Transmetteur de signaux pour système de télémétrie à pulsations de boue pour forage, fonctionnant au fond d'un trou de forage, comprenant un étranglement d'écoulement qui définit un orifice d'étranglement pour la boue passant le long d'un train de tiges, un organe de réglage de l'étranglement, déplaçable par rapport à l'orifice d'étranglement pour faire varier la section transversale de traversée de l'orifice d'étranglement, et des moyens de commande pour déplacer l'organe de réglage de l'étranglement de façon à moduler la pression de la boue, caractérisé en ce que l'étranglement (4), l'organe de réglage de l'étranglement (12) et les moyens de commande (66, 52, 92, 46) forment une unité intégrée qui est adaptée à être installée dans un collet disposé au bout du train de tiges et qui est susceptible d'être extraite en la tirant vers le haut à l'intérieur du train de tiges.

2. Transmetteur suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un col de repêchage est attaché à ladite unité pour permettre de retirer celle-ci en accouplant le col de repêchage avec un dispositif de saisie à l'extrémité d'un câble.

3. Transmetteur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'un instrument de mesure est attaché à l'unité et peut être remonté avec l'unité le long du train de tiges.

4. Transmetteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit instrument de mesure est logé dans un boîtier présentant une fente destinée à coopérer avec une saillie du collet en vue de l'orientation du transmetteur à l'intérieur du collet.

5. Transmetteur selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre un turbogénérateur pour alimenter un instrument de mesure et disposé de façon à être entraîné par le courant de boue passant le long du train de tiges, caractérisé en ce que les moyens de commande (66, 52, 92, 46) sont couplés au rotor (42) du turbogénérateur et adaptés à moduler la pression de la boue en fonction du couple nécessaire pour entraîner le rotor (42), ce couple dépendant de la charge électrique du turbogénérateur.

6. Transmetteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens de commande (66, 52, 92, 46) sont adaptés à déplacer l'organe de réglage de l'étranglement (12) dans un sens, lorsque la charge électrique du turbogénérateur est telle que le couple nécessaire pour entraîner le rotor (42) est supérieur au couple maximal disponible pour entraîner ce dernier, et à déplacer l'organe de réglage de l'étranglement (12) en sens opposé, lorsque la charge électrique est telle que le couple nécessaire pour entraîner le rotor (42) est inférieur au couple d'entraînement disponible maximal.

7. Transmetteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de commande incorporent un corps de piston (66) couplé à l'organe de réglage de l'étranglement (12) d'une pompe (52) pour alimenter le corps de piston (66) en fluide hydraulique et un actuateur sensible au couple (92, 46) pour commander l'alimentation du fluide hydraulique allant de la pompe (52) au corps de piston (66).

8. Transmetteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que le corps de piston (66) est à double effet et en ce que l'actuateur sensible au couple (92, 46) est adapté à fournir du fluide hydraulique à un côté (82) du corps de piston (66) pour déplacer l'organe de réglage de l'étranglement (12) dans ledit sens ou au côté opposé (90) du corps de piston (66) pour déplacer l'organe de réglage de l'étranglement (12) dans ledit sens opposé, selon le couple requis pour entraîner le rotor (42).

9. Transmetteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que la pompe (52) incorpore un élément de valve tournant (64) pour fournir du fluide hydraulique de la pompe (52) audit côté (82) du corps de piston (66) en tournant dans une première phase et audit côté opposé (90) du corps de piston (66) en tournant dans une deuxième phase, l'actuateur sensible au couple (92, 46) étant adapté à régler la phase de rotation de l'élément de valve tournant (64).

10. Transmetteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que la pompe (52) incorpore également une multiplicité de cylindres (58) dont les pistons (60) sont disposés de façon à être entraînés de ma-

nière cyclique, l'élément de valve tournant (64) étant adapté à relier successivement chaque cylindre (58) à un côté (82 ou 90) du corps de piston (66) au cours de la rotation.

11. Transmetteur selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'élément de valve tournant (64) est pourvu d'un premier évidement périphérique (80) en communication, pour le fluide, avec ledit côté (82) du corps de piston (66) et disposé de façon à communiquer de manière intermittente avec chacun des cylindres de pompe (58) au cours de la rotation de l'élément de valve tournant (64), et d'un deuxième évidement périphérique (84), décalé circonférentiellement par rapport au premier évidement périphérique (80) en communication pour le fluide avec ledit côté opposé (90) du corps du piston (66) et disposé également de façon à communiquer de manière intermittente avec chacun des cylindres de pompe (58) au cours de la rotation de l'élément de valve tournant (64).

12. Transmetteur selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que l'actuateur sensible au couple comprend une plaque d'entraînement (92) couplée à l'élément de valve tournant (64) et une plaque d'échappement (46) pour entraîner à la fois la plaque d'entraînement (92) et le rotor (42), la plaque d'échappement (46) étant adaptée à s'accoupler avec la plaque d'entraînement (92) dans une première position de rotation relative ou dans une deuxième position de rotation relative au cours de la rotation des plaques (92, 46), selon le couple requis pour entraîner le rotor (42).

13. Transmetteur selon la revendication 12, caractérisé en ce que la plaque d'échappement (46) peut s'incliner autour d'un axe oblique transversal par rapport à son axe de rotation pour modifier la position de rotation relative de la plaque d'entraînement (92) et de la plaque d'échappement (46) et est couplée au rotor (42) par un bras d'entraînement de couple (48) qui est adapté à incliner la plaque d'échappement (46) lorsque le couple nécessaire pour entraîner le rotor (42) est supérieur au couple d'entraînement maximal disponible sur la plaque d'échappement (46).

14. Transmetteur selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'une des plaques (92, 46) comporte deux broches (100 et 102), respectivement en des première et deuxième positions de rotation et en ce que l'autre plaque comporte une troisième broche (98) destinée à s'accoupler soit avec la première broche (100), soit avec la deuxième broche (102) au cours de la rotation des plaques (92, 46), selon que la plaque d'échappement (46) se trouve dans une première position inclinée ou dans une deuxième position inclinée par rapport audit axe d'inclinaison.

15. Transmetteur selon l'une des revendications 13 ou 14, caractérisé en ce que la plaque d'échappement (46) est sollicitée à venir dans une première position inclinée par rapport audit axe d'inclinaison sous l'effet d'un ressort (104).

La présente invention, concernant des forages, est plus spécifiquement relative à des appareils de signalisation se trouvant à l'intérieur d'un trou de mine ou puits en cours de forage, et elle est relative plus particulièrement à un transmetteur de signaux fonctionnant — au fond du trou — d'un système de télémétrie par pulsations de boue.

On a proposé divers types de systèmes de mesure au cours du forage (dits MWD) servant à effectuer des mesures à l'intérieur d'un trou de mine alors que le forage est en cours et servant à transmettre les résultats de la mesure à la surface. Néanmoins, à l'heure actuelle, un seul type d'un tel système a été un succès commercial et celui-là est le système de télémétrie dit par pulsations de boue. Dans ce système, le courant de boue qui passe le long du train de tiges jusqu'au trépan de forage, puis revient par l'espace annulaire compris entre le train de tiges et la paroi du trou dans le but de lubrifier le train de tiges et d'évacuer les produits de forage, est utilisé pour transmettre les grandeurs de la mesure à partir d'un instrument de mesure situé

au fond du trou jusqu'à un récepteur et à un ordinateur à la surface. Cela est effectué en modulant la pression de la boue au voisinage de l'instrument de mesure sous la commande du signal de sortie électrique fourni par l'instrument de mesure et en détectant les pulsations de boue résultantes à la surface au moyen d'un transducteur de pression.

Les systèmes de télémétrie courants par pulsations de boue utilisent un transmetteur de signal, fonctionnant au fond du trou, qui est incorporé dans une masse-tige. Par conséquent, ces systèmes offrent l'inconvénient que, en cas de panne des instruments dans le transmetteur, il faille retirer tout le train de tiges pour pouvoir remplacer la partie défectueuse. De plus, la fabrication de la combinaison de la masse-tige et du transmetteur est très coûteuse. L'invention a notamment pour objet de fournir un transmetteur de signal, logé au fond du trou de forage, qui soit amélioré à maints égards.

L'invention a pour objet un transmetteur de signaux pour système de télémétrie à pulsations de boue fonctionnant au fond d'un trou de forage, comprenant un étranglement d'écoulement qui définit un orifice d'étranglement pour la boue passant le long d'un train de tiges, un organe de réglage de l'étranglement, déplaçable par rapport à l'orifice d'étranglement pour faire varier la section transversale de traversée de l'orifice d'étranglement, et des moyens de commande pour déplacer l'organe de réglage de l'étranglement de façon à moduler la pression de la boue. Ce transmetteur de signaux est caractérisé par le fait que l'étranglement, l'organe de réglage de l'étranglement et les moyens de commande forment une unité intégrée qui est adaptée à être installée dans un collet disposé au bout du train de tiges et qui est susceptible d'être extraite en la tirant vers le haut à l'intérieur du train de tiges.

Un col de repêchage peut être attaché à l'unité pour lui permettre d'être extraite en accouplant le col de repêchage à un dispositif de saisie à l'extrémité d'un câble.

Par suite, au cas d'une panne des instruments, il est facile de retirer le transmetteur en insérant un câble le long du train de tiges, en engageant le câble avec le col de repêchage — par exemple au moyen d'un dispositif de saisie en soi connu à l'extrémité du câble et en tirant le transmetteur pour le remonter le long du train de tiges — à l'extrémité du câble. En outre, le transmetteur est conçu sous la forme d'une unité séparée de coût relativement modéré et qui peut être par conséquent remplacé sans gros frais.

Dans une forme d'exécution, dans laquelle le transmetteur comprend un turbogénérateur pour alimenter un instrument de mesure et qui est disposé de façon à être entraîné par le courant de boue passant le long du train de tiges, les moyens de commande sont couplés au rotor du turbogénérateur et adaptés à moduler la pression de la boue en fonction du couple nécessaire pour entraîner le rotor, ce couple dépendant de la charge électrique du turbogénérateur.

Une telle disposition est particulièrement convenable, car non seulement elle produit les impulsions de boue requises pour transmettre les grandeurs de la mesure à la surface, mais également elle engendre la puissance électrique nécessaire pour faire fonctionner l'instrument de mesure et/ou d'autres dispositifs.

De préférence, les moyens de commande sont adaptés à déplacer l'organe de réglage de l'étranglement dans un sens, lorsque la charge électrique du turbogénérateur est telle que le couple requis pour entraîner le rotor est supérieur au couple maximal disponible pour entraîner le rotor, et à déplacer l'organe d'étranglement en sens opposé, lorsque la charge électrique est telle que le couple nécessaire pour entraîner le rotor est inférieur au couple d'entraînement maximal disponible.

Selon une forme préférée de l'invention, les moyens de commande comprennent un corps de piston accouplé à l'organe de réglage de l'étranglement, une pompe pour fournir du fluide hydraulique au corps de piston et un actuateur sensible au couple pour régler l'alimentation du fluide hydraulique allant de la pompe au corps de piston.

Commodément, le corps de piston est à double effet et l'actuateur sensible au couple est adapté à alimenter en fluide hydraulique

un côté du corps de piston, pour déplacer l'organe de réglage de l'étranglement dans ledit sens, ou un côté opposé du corps de piston, pour déplacer ledit organe dans ledit sens opposé, suivant le couple requis pour entraîner le rotor.

La pompe peut incorporer un élément de valve tournant pour alimenter en fluide hydraulique par la pompe ledit côté du corps de piston, en tournant dans une première phase, et ledit côté opposé du corps de piston, en tournant dans une deuxième phase, l'actuateur sensible au couple étant adapté à commander la phase de la rotation de l'élément de valve tournant. La pompe peut également incorporer une multiplicité de cylindres dont les pistons sont disposés de façon à être entraînés de manière cyclique, l'élément de valve tournant étant adapté à relier chaque cylindre à son tour à un côté du corps de piston au cours de la rotation.

L'actuateur sensible au couple peut comprendre une plaque d'entraînement accouplée à l'élément de valve tournant et une plaque d'échappement pour entraîner à la fois la plaque d'entraînement et le rotor, la plaque d'échappement étant adaptée à s'engager avec la plaque d'entraînement dans une première position de rotation relative ou dans une deuxième position de rotation relative au cours de la rotation des plaques, suivant le couple nécessaire pour entraîner le rotor. De préférence, la plaque d'échappement peut s'incliner autour d'un axe oblique, transverse par rapport à son axe de rotation, pour modifier la position de rotation relative de la plaque d'entraînement et de la plaque d'échappement et est accouplée au rotor par un bras d'entraînement de couple qui est adapté à incliner la plaque d'échappement lorsque le couple nécessaire pour entraîner le rotor est supérieur au couple d'entraînement maximal disponible sur la plaque d'échappement.

Afin que l'invention puisse être plus facilement comprise, on va décrire maintenant une forme préférée de transmetteur de signaux placé au fond du trou et conforme à l'invention, à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins ci-annexés, sur lesquels:

la fig. 1 est une coupe longitudinale d'une partie supérieure du transmetteur;

la fig. 2, une coupe longitudinale d'une partie centrale du transmetteur;

la fig. 3, une coupe longitudinale d'une partie inférieure du transmetteur, et

la fig. 4, une coupe longitudinale d'une partie de la portion inférieure, effectuée le long de la ligne IV-IV de la fig. 3.

Le transmetteur de signaux 1 représenté, lorsqu'il est en service, est installé à l'intérieur d'une masse-tige non magnétique et couplé à un instrument de mesure disposé dans un boîtier à cet effet, étanche à la pression, qui est installé à l'intérieur de la masse-tige, immédiatement en dessous du transmetteur 1. La masse-tige est disposée à l'extrémité d'un train de tiges à l'intérieur d'un trou de mine en cours de forage et l'instrument de mesure peut servir à contrôler l'inclinaison du trou de mine au voisinage du trépan au cours du forage par exemple. Le transmetteur de signaux 1 sert à transmettre les résultats de la mesure à la surface sous forme de pulsations de pression, en modulant la pression de la boue qui passe le long du train de tiges vers le bas. Ce transmetteur 1 est constitué sous la forme d'une unité séparée et installé à l'intérieur de la masse-tige de façon à pouvoir en être extrait, par exemple au cas d'une panne d'instrument, en insérant un câble et en le faisant descendre le long du train de tiges et en appliquant le câble sur un col de repêchage du transmetteur, par exemple au moyen d'un dispositif de saisie en soi connu à l'extrémité du câble et en tirant et en remontant le transmetteur le long du train de tiges par l'extrémité du câble.

En se référant aux fig. 1 à 3, le transmetteur 1 inclut un conduit 2 qui présente à son extrémité supérieure un étranglement d'écoulement annulaire 4 définissant un orifice d'étranglement 6 pour la boue qui descend le long du train de tiges dans la direction de la flèche 8. A l'intérieur du conduit 2, il y a un boîtier allongé 10 supportant à son extrémité supérieure, au voisinage de l'orifice d'étranglement 6, un organe de réglage 12 de l'étranglement qui peut se déplacer par rapport au boîtier 10 dans la direction de l'axe du conduit 2

pour faire varier la section transversale de traversée de l'orifice d'étranglement 6. L'organe 12 est solidaire d'un arbre 14 passant dans le boîtier 10, l'espace compris à l'intérieur du boîtier 10 étant rempli d'huile hydraulique afin d'assurer un équilibre de pression hydrostatique et étant fermé de manière étanche à son extrémité supérieure par un diaphragme Viton 16 s'avancant entre la paroi intérieure du boîtier 10 et l'arbre 14. Le boîtier 10 est monté de façon rigide à l'intérieur du conduit 2 par trois ailes-supports supérieures 18 et trois ailes-supports inférieures 20 s'étendant dans le sens radial, entre le boîtier 10 et le conduit 2, de façon à offrir un intervalle annulaire entre le boîtier 10 et le conduit 2 pour l'écoulement de la boue.

Une roue à aubes 22, comportant une série d'aubes 24 réparties à sa périphérie et inclinées d'un certain angle par rapport à la direction d'écoulement de la boue, entoure le boîtier 10 et est supportée par un épaulement 26 du boîtier 10 au moyen d'un palier-butée 28 rempli de PTFE (polytétrafluoroéthylène). Les aubes 24 sont montées sur un corps 30 en acier magnétisable qui entoure une bague d'entraînement en cuivre 32. Un ensemble d'aimants à terres rares 34 est porté par un arbre annulaire 36 monté de façon à pouvoir tourner à l'intérieur du boîtier 10 au moyen de paliers tels que 38 et comprend six aimants 40 au samarium-cobalt (Sm-Co), répartis à la périphérie de l'arbre 36. Trois de ces aimants 40 ont leur pôle Nord disposé de façon à être orienté vers l'extérieur dans le sens radial et trois autres aimants 40, disposés de façon alternée avec les trois aimants précédents, ont leur pôle Sud dirigé vers l'extérieur dans le sens radial. Lorsque la roue à aubes 22 tourne dans le courant de boue, des courants tourbillonnaires sont induits dans la bague d'entraînement en cuivre 32 par le champ magnétique intense associé aux six aimants 40 au Sm-Co, le corps d'acier magnétisable 30 fournissant des trajets de retour pour le flux magnétique et l'ensemble d'aimants 34, et par suite l'arbre 36, seront amenés à tourner avec la roue à aubes 32 en raison de l'interaction entre le champ magnétique associé aux aimants 40 et le champ magnétique associé aux courants tourbillonnaires induits dans la bague d'entraînement 32.

L'arbre annulaire 36 entraîne un rotor 42 de générateur électrique 44 fournissant l'énergie nécessaire à l'instrument de mesure par l'intermédiaire d'une plaque à échappement 46 circulaire, montée de façon pivotante à l'intérieur de l'arbre 36 par des broches pivots 47, et d'un bras d'entraînement de couple 48 (voir fig. 4) attaché à la périphérie de la plaque 46 et disposé de façon à pouvoir rencontrer une broche d'entraînement 50 attachée à la périphérie du rotor 42. De plus, l'arbre annulaire 36 entraîne une pompe hydraulique 52 par l'intermédiaire d'un plateau basculant biseauté 54 et d'une plaque de poussée de piston associé 56 comportant un chemin de palier 57.

La pompe hydraulique 52 comprend huit cylindres 58, dirigés parallèlement à l'axe du boîtier 10 et présentant un arrangement annulaire, et un piston plongeur respectif 60 associé à chaque cylindre 58. L'extrémité inférieure de chaque piston 60 est sollicitée de façon à être constamment en contact avec la plaque de poussée 56 par un ressort de rappel de piston respectif 62, de sorte que la rotation du plateau 54 avec l'arbre 36 amènera les pistons 60 à effectuer un mouvement de va-et-vient dans le sens axial à l'intérieur de leurs cylindres 58, les huit pistons 60 étant animés d'un mouvement de va-et-vient cyclique, de sorte que, lorsqu'un des pistons se trouve au sommet de sa course, le piston diamétralement opposé se trouvera au bas de sa course et vice versa. De plus, la pompe 52 comprend un élément de valve tournant 64 monté sur des paliers 65 et prévu pour tourner au synchronisme avec le plateau 54 de manière à appliquer le fluide de sortie de chaque cylindre 58 successivement sur un côté d'un corps de piston 66 à double effet, disposé à l'intérieur d'un cylindre 68. Le corps à double effet 66 est accouplé à l'arbre 14 de l'organe d'étranglement 12 par un arbre de sortie 70, de sorte que l'organe de réglage d'étranglement 12 peut être déplacé par la pompe 52 pour faire varier la section transversale de traversée de l'orifice d'étranglement 6.

Plus particulièrement, l'huile hydraulique remplissant le boîtier 10, qui alimente chacun des cylindres 58 à partir d'un côté du

corps à double effet 66, est forcée d'entrer par le piston associé 60 dans un perçage longitudinal respectif 72 ménagé dans un corps de valve 74 qui entoure l'élément de valve tournant 64, lors de la course montante du piston 60. Chacun des perçages axiaux 72 est coupé dans le sens transversal par un perçage radial supérieur respectif 76 et par un perçage radial inférieur respectif 78. L'élément de valve tournant 64 est pourvu d'un évidement périphérique supérieur 80 débouchant à la périphérie de l'élément de valve 64, approximativement sur 180° d'arc, et arrivant, en haut de l'élément de valve 64, dans la partie inférieure 82 du cylindre 68 en dessous du corps de piston 66, et aussi d'un évidement périphérique intérieur 84 (représenté sur la fig. 2 en pointillé) débouchant à la périphérie de l'élément de valve 64 approximativement sur 180° d'arc sur le côté de l'élément de valve 64 opposé à l'évidement périphérique supérieur 80 et arrivant également, dans sa région supérieure, dans un évidement annulaire central 86 ménagé dans l'élément de valve 64. L'évidement annulaire central 86 est maintenu de façon permanente en communication pour le fluide avec un passage annulaire 88 entourant le cylindre 68 et le corps de valve 64 par des passages radiaux (non représentés) passant au travers du corps de valve 74. Le passage annulaire 88 fournit lui-même la communication pour le fluide avec la partie supérieure 90 du cylindre 68 au-dessus du corps de piston 66.

Il y a deux phases de rotation possibles de l'élément tournant 64 par rapport à la rotation du plateau 54, à savoir une première phase de rotation dans laquelle l'évidement périphérique supérieur 80 communique avec les perçages radiaux supérieurs 76 lors de la course montante des pistons associés 60 et dans laquelle l'évidement périphérique inférieur 84 communique avec les perçages radiaux inférieurs 78 lors de la course descendante des pistons associés 60, et une deuxième phase de rotation dans laquelle l'évidement supérieur périphérique 80 communique avec les perçages radiaux supérieurs 76 lors de la course descendante des pistons associés 60 et dans laquelle l'évidement périphérique inférieur 84 communique avec les perçages radiaux inférieurs 78 lors de la course montante des pistons associés 60. Ainsi, pendant la première phase de rotation de l'élément de valve 64, l'entrée de la pompe 52 sera reliée à la partie supérieure 90 du cylindre 68 et la sortie de la pompe 52, à la partie inférieure 82 du cylindre 68, de sorte que le corps de piston 66 et, par suite, l'organe de réglage de l'étranglement 12 seront déplacés vers le haut. Inversement, au cours de la deuxième phase de rotation de l'élément de valve 64, l'entrée de la pompe 52 sera reliée à la partie inférieure 82 du cylindre 68 et la sortie de la pompe 52, à la partie supérieure 90 du cylindre 68, de sorte que le corps de piston 66 et l'organe de réglage d'étranglement 12 seront déplacés vers le bas.

L'élément de valve tournant 64 est accouplé à un actuateur sensible au couple, comprenant une plaque d'entraînement circulaire 92 disposée en face de la plaque à échappement 46, par un arbre d'entraînement 94 monté de manière à pouvoir tourner à l'intérieur de l'arbre annulaire 36 grâce à des paliers 96. La plaque d'entraînement 92 est pourvue à sa périphérie d'une broche entraînée 98 qui est attaquée par une première broche d'échappement 100 dans une première position de rotation à la périphérie de la plaque à échappement 46, afin d'amener l'élément de valve 64 à être entraîné par l'arbre 36 dans la première phase de rotation, ou bien par une deuxième broche d'échappement 102 (voir fig. 4) qui est disposée en une deuxième position de rotation décalée de 180° par rapport à la première position à la périphérie de la plaque à échappement 46, afin d'amener l'élément de valve 64 à être entraîné par l'arbre 36 dans la deuxième phase de rotation.

Comme on voit clairement sur la fig. 4, qui est une coupe pratiquée le long de la ligne IV-IV de la fig. 3, le boîtier 10 et le conduit 2 étant cependant omis, la plaque à échappement 46 est susceptible d'être inclinée autour d'un axe d'inclinaison défini par les broches-pivots 47 entre une première position inclinée (représentée en trait plein sur la fig. 4) et une deuxième position inclinée (représentée en pointillé sur la fig. 4). Un ressort de traction 104 sollicite la plaque à échappement 46 dans sa première position d'inclinaison. Pour des

charges électriques relativement faibles à la sortie du générateur 44, la plaque d'échappement 46 entraînera la plaque d'entraînement 92 dans la première phase de rotation au moyen de la première broche d'échappement 100 et entraînera également le rotor 42 du générateur 44 par l'intermédiaire du bras d'entraînement de couple 48.

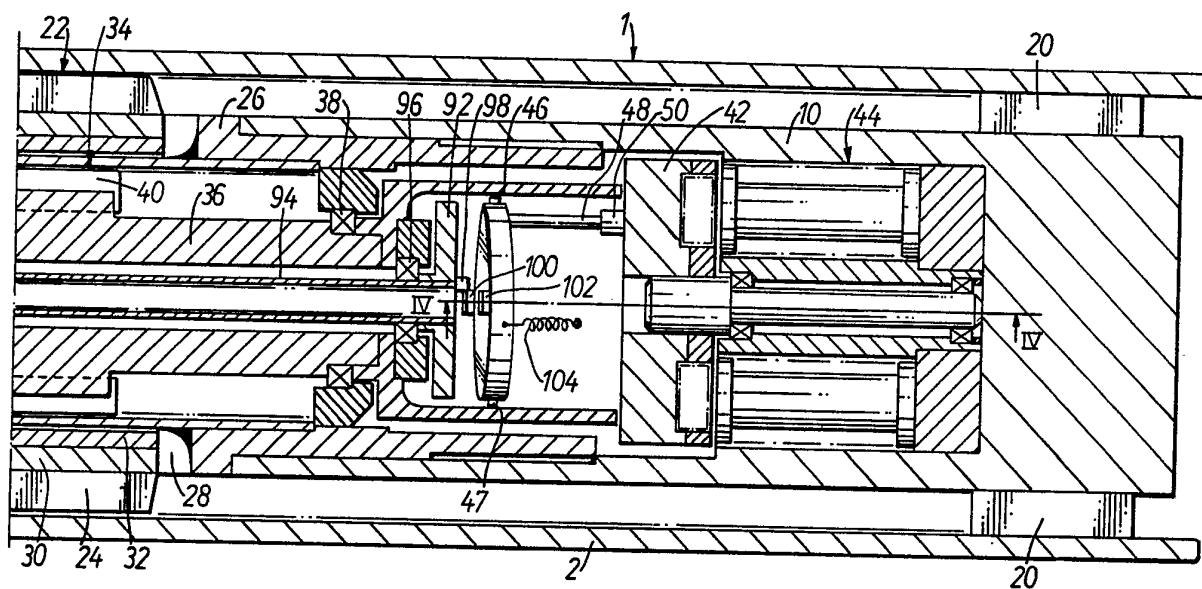
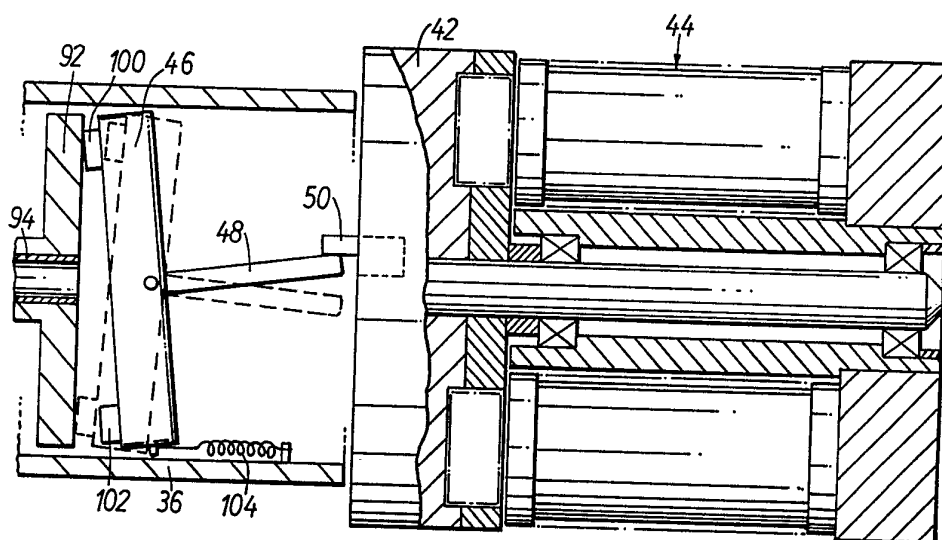
Néanmoins, si la charge du générateur augmente à un point tel que le couple requis pour entraîner le rotor 42 suffise à surmonter la sollicitation du ressort 104, le bras d'entraînement de couple 48 sera amené à incliner la plaque à échappement 46 dans une deuxième position inclinée contrairement à l'action du ressort 104. Cela amènera la première broche d'échappement 100 à se dégager de la broche entraînée 98 de la plaque d'entraînement 92 et la deuxième broche d'échappement 102 à rencontrer la broche entraînée 98 après que la plaque d'échappement 46 a tourné de 180° par rapport à la plaque d'entraînement 92. De ce fait, la plaque d'entraînement 92 sera entraînée, dans la deuxième phase de rotation, au moyen de la deuxième broche d'échappement 102 et l'alimentation de fluide hydraulique, provenant de la pompe 52, au corps de piston 66 à double effet, sera inversée. Naturellement, si ultérieurement la charge du générateur diminue d'une quantité suffisante, le ressort 104 inclinera la plaque d'échappement 46 en la ramenant dans sa première position inclinée et la plaque d'entraînement 92 sera à nouveau entraînée dans la première phase de rotation.

On comprendra par conséquent que, si les grandeurs de la mesure provenant de l'instrument de mesure sont adaptées à faire va-

rier de manière convenable la charge électrique du générateur 44, la phase de rotation de l'élément de valve tournant 64 et, par suite, la direction de déplacement du corps de piston 66 à double effet varieront avec le signal de sortie de l'instrument de mesure. Cela amènera à son tour l'organe d'étranglement 12 à se déplacer par rapport à l'orifice d'étranglement 6 pour moduler la pression du courant de boue vers le haut de l'orifice d'étranglement 6 et produira une série de pulsations de pression, correspondant aux résultats de la mesure, qui circuleront vers le haut dans le courant de boue et pourront être détectées en surface par un transducteur de pression situé au voisinage de la sortie de la pompe produisant l'écoulement de la boue. Cette disposition permet par conséquent de transmettre des données sous forme numérique à la surface.

Le conduit 2 a un diamètre extérieur, de 70 mm par exemple, qui est légèrement inférieur au diamètre interne de son collet terminal, habituellement de 71,5 mm, et le boîtier 10 est vissé au boîtier de l'instrument de mesure, de façon à permettre de retirer ce dernier avec le transmetteur de signal. L'ensemble transmetteur et organe de mesure est installé avec une orientation prédéterminée à l'intérieur du collet, celui-ci présentant un doigt d'orientation engagé dans une fente de l'ensemble transmetteur, cette disposition étant connue. Cette fente est ménagée dans la paroi cylindrique du boîtier d'instrument et est ouverte à son extrémité inférieure, se rétrécissant vers le haut à un niveau auquel l'ensemble est ainsi maintenu à l'orientation désirée par rapport au collet.



FIG. 3FIG. 4