

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 23.11.90.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 29.05.92 Bulletin 92/22.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : SERVICES PETROLIERS
SCHLUMBERGER (précédemment Société de
Prospection Electrique Schlumberger) Société
Anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : Eyl Kevin.

73 Titulaire(s) :

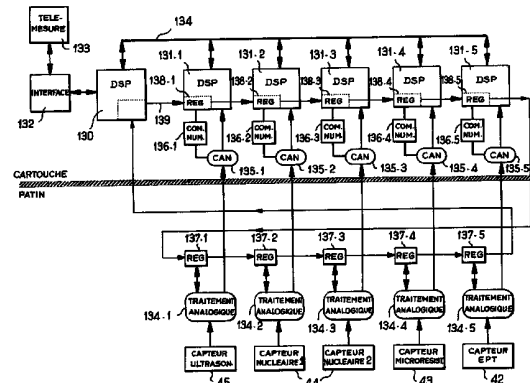
74 Mandataire : Chareyron Lucien.

54 Procédé et dispositif de gestion de signaux pour appareil de diagraphie.

57 Ce procédé est destiné à un appareil de diagraphie suspendu dans un sondage à l'extrémité d'un câble et comprenant plusieurs capteurs (42, 43, 44, 45) adaptés à recevoir des signaux de commande pour élaborer des signaux de mesure représentatifs de paramètres physiques des formations.

L'ensemble des signaux de commande destinés aux capteurs est reçu sur un processeur numérique principal (130) qui transmet les signaux de commande spécifiques à chacun des capteurs à une pluralité de processeurs numériques esclaves (131-i). Chaque processeur esclave (131-i) transmet à son capteur associé (42, 43, 44, 45) les signaux de commande spécifiques à ce capteur et les signaux de mesure provenant de chacun des capteurs sont transmis à son processeur esclave associé. L'ensemble des signaux de mesure est transmis des processeurs esclaves au processeur principal.

Une liaison-navette formée de registres à décalage (138-i, 137-i) reliés en série sert à transmettre les signaux de commande de chaque processeur esclave vers son capteur associé.



PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE GESTION DE SIGNAUX
POUR APPAREIL DE DIAGRAPHIE

L'invention se rapporte aux appareils de diagraphe descendus dans les sondages pour l'étude des formations géologiques et, plus particulièrement, à un procédé et un dispositif de gestion de signaux pour de tels appareils de diagraphe.

Dans les dispositifs de diagraphe actuels, l'appareil de fond descendu dans le sondage peut comprendre une pluralité de capteurs adaptés à recevoir des signaux de commande pour élaborer des signaux de mesure représentatifs de plusieurs paramètres physiques des formations. La gestion des signaux de commande envoyés de la surface vers les capteurs et des signaux de mesure envoyés vers la surface est effectuée dans l'appareil de fond par des circuits électroniques spécifiquement conçus pour les capteurs utilisés.

Dans les dispositifs récents de diagraphe, on est amené à réaliser des appareils de fond relativement complexes et susceptibles d'accommoder différentes combinaisons de capteurs, soit pour satisfaire des besoins locaux différents, soit pour permettre des additions ou améliorations futures.

Il est donc souhaitable que les circuits électroniques de l'appareil de fond autorise une addition, une soustraction ou un remplacement de capteurs.

Un objet de l'invention concerne un procédé et un dispositif de gestion de signaux pour appareil de diagraphie satisfaisant aux exigences ci-dessus.

Selon un aspect de l'invention, un procédé de gestion de signaux pour appareil de diagraphie adapté à être suspendu dans un sondage à l'extrémité d'un câble et comprenant plusieurs capteurs adaptés à recevoir des signaux de commande pour élaborer des signaux de mesure représentatifs de paramètres physiques des formations comprend les étapes suivantes:

- recevoir l'ensemble des signaux de commande destinés aux capteurs sur un processeur numérique principal;

- transmettre les signaux de commande spécifiques à chacun des capteurs du processeur principal à une pluralité de processeurs numériques esclaves associés aux capteurs;

- transmettre les signaux de commande spécifiques à un capteur de chaque processeur esclave à son capteur associé;

- transmettre les signaux de mesure provenant de chacun des capteurs à son processeur esclave associé; et

- transmettre l'ensemble des signaux de mesure des processeurs esclaves au processeur principal.

Selon un autre aspect de l'invention, un dispositif de gestion de signaux pour un appareil de diagraphie adapté à être suspendu dans un sondage à l'extrémité d'un câble et comprenant plusieurs capteurs adaptés à recevoir des signaux de commande pour élaborer des signaux de mesure représentatifs de paramètres physiques des formations comprend un processeur numérique principal et une pluralité de processeurs numériques esclaves. Le processeur numérique principal est adapté à recevoir l'ensemble des signaux de commande destinés aux capteurs et à transmettre l'ensemble des signaux de mesure provenant des capteurs vers des circuits de télémesure. Chaque processeur esclave est associé à un capteur et commandé par le processeur principal pour recevoir et fournir à son capteur associé, les signaux de commande spécifiques à ce capteur associé et pour recevoir et transmettre au processeur principal les signaux de mesure de ce capteur associé.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs mieux de la description qui va suivre donnée à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés dans lesquels:

- la figure 1 est une vue schématique d'un dispositif de diagraphie selon l'invention représentée en position de fonctionnement dans un sondage ;

- la figure 2 est une vue de la face d'appui du patin du dispositif de la figure 1;

- la figure 3 est une coupe longitudinale schématique selon la ligne 3-3 du capteur nucléaire du patin de la figure 2;

- la figure 4 est une coupe longitudinale d'une partie du patin de la figure 2 montrant un mode de réalisation de connexion entre capteurs;

- la figure 5 est une vue éclatée d'un autre mode de réalisation du patin de la figure 2;

- la figure 6 est une coupe longitudinale d'une partie du patin de la figure 5 montrant un autre mode de réalisation de connexion entre capteurs;

- la figure 7 est une coupe transversale schématique selon la ligne 7-7 du patin de la figure 5;

- la figure 8 est un diagramme simplifié des circuits électroniques utilisés dans le dispositif selon l'invention; et

- la figure 9 est un diagramme plus détaillé d'une partie des circuits électroniques de la figure 8.

Dans la présente description, l'adjectif "longitudinal" est utilisé pour désigner une direction parallèle à l'axe du puits et l'adjectif "radial" pour une direction perpendiculaire à cet axe et

perpendiculaire à la paroi du puits. L'adjectif "azimutal" est utilisé pour une direction perpendiculaire aux deux premières et tangente à la paroi du puits.

En référence à la figure 1, un dispositif de diagrapie selon l'invention comprend un appareil de fond 10 suspendu dans un sondage 11 qui traverse des formations géologiques 13. L'appareil 10 est fixé à l'extrémité d'un câble 12 qui passe sur une poulie 14 pour venir s'enrouler sur un treuil de surface (non représenté) permettant de déplacer l'appareil de fond le long du sondage 11. Le câble 12 est connecté à un équipement de surface 18 utilisé pour envoyer des commandes électriques à l'appareil de fond 10 ainsi que pour recevoir, traiter, afficher et enregistrer les signaux de mesure provenant de cet appareil de fond.

L'appareil de fond 10 comprend un corps 15 dont une partie supérieure 16 est une cartouche étanche contenant des circuits électroniques et dont une partie inférieure 17 est équipée d'un patin 20 adapté à venir en appui contre la paroi du sondage 11. Dans l'exemple représenté, la partie inférieure 17 du corps comporte un berceau 21 le long duquel vient se loger le patin 20. A la partie supérieure du berceau est articulé, autour d'un axe 22, un dispositif de commande 23 utilisé pour appliquer le patin contre la paroi du sondage.

Le dispositif de commande 23 comprend une enveloppe étanche 24 contenant un ressort 25 qui repousse vers le bas une tige 26 qui émerge de la partie inférieure de l'enveloppe. La tige 26 qui est normalement libre de se déplacer sous l'action du ressort 25 peut être amenée, au moyen d'un vérin hydraulique 27, dans une position haute pour laquelle le patin 20 est en position rétractée dans le berceau 21. Le vérin hydraulique 27 est actionné vers la position haute par du fluide hydraulique sous pression fourni par une pompe 28 logée par exemple dans la partie 17 du corps. Une électrovanne (non représentée) permet de relâcher la pression et de libérer ainsi la tige 26. Un dispositif de compensation 29, comportant par exemple un piston flottant, maintient le fluide hydraulique à une pression égale ou légèrement supérieure à celle du sondage.

Le patin 20 est articulé autour d'un axe 30 à la partie inférieure du dispositif de commande 23 et comporte un axe d'articulation 31 autour duquel est monté pivotant un contre-bras 32. La tige 26 du dispositif de commande 23 comprend à sa partie inférieure un ergot 33 qui s'engage dans une fente d'un prolongement coudé du contre-bras 32. Le ressort 25 repousse vers le bas la tige 26 qui écarte ainsi le contre-bras 32 jusqu'à ce que ce dernier vienne en contact sur une paroi du sondage et applique ainsi une face du patin 20 contre la paroi. Une biellette 34 peut être prévue pour limiter l'écartement de la partie inférieure du patin par rapport au bas du berceau 21.

Le patin 20 comprend une tête supérieure 40 et une série de capteurs 42-45 connectés mécaniquement et électriquement les uns aux autres. La tête supérieure est reliée mécaniquement au dispositif de commande 23 par l'axe 30 et électriquement aux circuits électroniques de la cartouche supérieure 16 du corps 15 par une connexion souple 46. Les différents capteurs 42-45 portent des moyens de détection disposés les uns en dessous des autres sur la face du patin qui vient en appui contre la paroi du sondage comme représenté sur la figure 2.

L'appareil de fond 10 comprend de préférence un détecteur d'accélération connu 35 fixé au dessus de la cartouche 16 pour fournir des signaux indicatifs des déplacements du patin 20 le long du sondage. Ces signaux sont envoyés en surface pour une correction précise de profondeur des signaux de mesure fournis par les différents capteurs 42-45. En réponse aux déplacements détectés du patin, les signaux de mesure sont recalés longitudinalement pour se rapporter à un même niveau.

Le capteur 42 est un capteur sensible aux caractéristiques de propagation d'ondes électromagnétiques hyperfréquence dans les formations. Ce capteur est connu des spécialistes sous la dénomination "EPT" et décrit notamment dans le brevet américain US 3 944 910. Ce capteur émet une onde électromagnétique hyperfréquence par exemple à 1,1 GHz et reçoit de l'énergie électromagnétique sur deux antennes espacées axialement pour élaborer deux signaux de mesure représentatifs de l'atténuation Att et du temps de parcours Tpl de l'onde électromagnétique. La technique utilisée pour obtenir ces signaux de mesure est décrite notamment dans l'article

pour obtenir ces signaux de mesure est décrite notamment dans l'article intitulé "Electromagnetic Propagation Logging, Advance in Technique and Interpretation" de R. Wharton et al, SPE 9267 (1980). La constante diélectrique et la conductivité haute fréquence dénommée ϵ'_{EPT} et σ_{EPT} peuvent être calculées à partir des signaux Tpl et Att.

Dans l'exemple représenté, le capteur 42 est équipé de deux antennes émettrices 55 et 56 et de deux antennes réceptrices 57 et 58 reliées à des circuits électroniques tels que décrits dans l'article mentionné précédemment afin de fournir les signaux Tpl et Att. La résolution longitudinale de ce capteur qui dépend de la distance entre les antennes 57 et 58 est environ de 2 pouces (5 cm). Sa résolution azimutale et sa profondeur d'investigation radiale sont aussi d'environ 2 pouces. Les signaux de mesure obtenus se rapportent donc à un volume exploré dont les dimensions sont d'environ deux pouces dans les directions longitudinale, azimutale et radiale.

Le capteur 43 est un capteur de microrésistivité focalisé du type décrit dans la demande de brevet européen 0 384 823 publiée le 29 août 1990. La face en appui contre la paroi comprend des électrodes de mesure 60, 61a, 61b, 62a, 62b, 63 et 64, un système de focalisation actif formé par deux électrodes de contrôle 65 et deux électrodes de focalisation 66, et un système de focalisation passif formé par une électrode de garde 67 en forme de I qui entoure l'électrode de mesure 60.

Comme expliqué dans la demande de brevet européen mentionnée ci-dessus, les électrodes sont reliées à des circuits électroniques appropriés destinés à mettre en oeuvre les fonctions suivantes :

- émettre un courant de mesure I_0 entre chaque électrode de mesure et l'arrière du capteur 43 qui sert de retour de courant,
- détecter la différence de potentiel entre l'électrode de garde 67 et la paire d'électrode de contrôle 65,
- asservir le courant de focalisation émis par la paire d'électrodes 66 de façon que la différence de potentiel détectée reste sensiblement nulle, et

- 7 -

- émettre un courant de garde à partir de l'électrode 67 pour que le potentiel des électrodes de mesure soit égal à celui de l'électrode de garde.

En maintenant constante la différence de potentiel V_{Ref} entre l'électrode de retour de courant et les électrodes de mesure et en mesurant chacun des courants I_o émis par ces dernières, on obtient des signaux V_{Ref}/I_o représentatifs de la résistivité R_{xo} de zones proches de la paroi du sondage situées en regard de chaque électrode de mesure. Chaque électrode de mesure 60, 61a, 61b, 62a, 62b, fournit un signal de mesure initial dont la profondeur d'investigation radiale est voisine de 2 pouces. La résolution longitudinale et azimutale est gouvernée par les dimensions de l'électrode et peut atteindre un minimum de 1,3 mm.

En combinant les signaux obtenus sur les électrodes de mesure alignées transversalement 60, 61a, 61b, 62a, 62b, on élabore un signal de mesure combiné qui correspond à une zone explorée dont la couverture azimutale est d'environ 2 pouces (5cm). En combinant les signaux obtenus à plusieurs emplacements du sondage le long de la direction longitudinale, on élabore un signal de mesure combiné final qui correspond à une zone explorée dont la dimension longitudinale est d'environ 2 pouces (5cm) de même que ses dimensions azimutale et radiale. La résolution longitudinale et la couverture azimutale souhaitées d'environ 2 pouces peuvent aussi être obtenues par une électrode de mesure unique ayant des dimensions plus élevées dans les directions azimutale et longitudinale.

On préfère toutefois utiliser une rangée d'électrodes de faibles dimensions pour élaborer des signaux de mesure initiaux qui, après enregistrement, fournissent une image de la paroi du sondage sur une largeur correspondant à la couverture azimutale du capteur 43.

Le capteur 44 est un capteur nucléaire sensible à la densité et à l'absorption photo-électrique de la zone adjacente à la paroi du sondage suivant la technique décrite dans le brevet américain US-4 958 073.

En référence à la figure 3, ce capteur comprend, dans une enveloppe 69, une source 70 non collimatée de rayons gamma qui peut être

une source classique au césium 137. Un premier détecteur à scintillation 71, formé d'un cristal 72 optiquement couplé à un photomultiplicateur 73, est disposé à une distance très proche de la source 70 pour détecter les rayons gamma rétro-diffusés dans les formations. Un écran 74, par exemple en uranium, est interposé entre la source 70 et le détecteur 71 pour protéger ce dernier des rayons gamma provenant directement de la source. L'écran 74 comporte un passage incliné 78 qui a pour but de collimater le détecteur 71 c'est-à-dire de limiter l'angle solide sous lequel ce détecteur examine les formations. Une fenêtre 75 en béryllium avec une protection extérieure de carbone assure une bonne transmission des rayons gamma tout en résistant à la pression des fluides du forage.

Un deuxième détecteur 76 est formé d'un cristal à scintillation 77 optiquement couplé à un photomultiplicateur 80 et disposé en face d'une fenêtre 81 en béryllium et carbone. Le deuxième détecteur 76 est situé à une distance plus éloignée de la source que le premier détecteur par exemple environ 15 cm. Les cristaux 72 et 77 peuvent être des cristaux d'orthosilicate de gadolinium dopé au cérium (GS0) afin d'améliorer les taux de comptage. Les détecteurs 71 et 76 sont reliés à des circuits électroniques qui ont pour fonction de détecter les rayons gamma reçus pour plusieurs fenêtres d'énergie et traiter les taux de comptage obtenus pour élaborer des signaux indicatifs de la densité ρ_{HOB} et de l'absorption photo-électrique P_{ef} d'une zone adjacente à la paroi du sondage. La géométrie du capteur est choisie de façon que sa profondeur d'investigation radiale et sa résolution azimutale soient environ égales à 2 pouces (5cm). Dans la direction longitudinale, la zone explorée est trop longue. Une déconvolution est appliquée aux réponses des détecteurs pour obtenir un signal de mesure corrigé dont la résolution longitudinale est ramenée par traitement à environ 2 pouces (5cm).

Le capteur 45 est un capteur acoustique pour mesurer l'écartement du patin de la paroi, l'épaisseur du cake de boue et l'impédance acoustique des formations à proximité de la paroi du sondage. Ce capteur comprend un transducteur piézoélectrique 83 pour émettre des impulsions ultrasonores et recevoir les échos de ces impulsions. Cette technique est décrite dans le brevet US 4 692 908. Pour chaque impulsion, l'onde reçue est analysée pour fournir l'amplitude et le temps de transit de l'écho de

formation et de l'écho sur le cake de boue. Des circuits électroniques appropriés sont reliés au transducteur pour effectuer ces opérations. Ce capteur peut comprendre plusieurs transducteurs ultrasonores afin d'obtenir des informations d'écartement et d'épaisseur de cake de boue en plusieurs emplacements du patin.

Ces informations sont importantes car elles servent à connaître avec plus de précision la zone explorée en face du patin et notamment l'épaisseur de boue de forage (contact plus ou moins bon du patin contre la paroi) et de cake de boue qui sont contenus dans cette zone. L'épaisseur du cake de boue permet de corriger les réponses de certains capteurs et en particulier celle du capteur nucléaire 44 qui est particulièrement sensible à ce cake. Le capteur 45 peut aussi comprendre une rangée de transducteurs ultrasonores disposés selon la direction azimutale pour fournir une image de la paroi du sondage sur une largeur correspondant à la couverture azimutale des autres capteurs.

Les principales caractéristiques pétrophysiques des formations que l'on cherche à déterminer pour l'exploration pétrolière sont la teneur en argile, la porosité et la saturation en fluide des formations. Comme on l'a expliqué précédemment, le dispositif selon l'invention fournit un ensemble de mesures physiques Att, Tpl, Rxo, Rhob et Pef se rapportant à une même zone de formation située au voisinage de la paroi du sondage, d'un côté de celui-ci et dont les dimensions longitudinale, radiale et azimutale sont d'environ 2 pouces (5cm). La combinaison de ces mesures cohérentes permet d'obtenir les caractéristiques pétrophysiques ci-dessus, dans la zone explorée finement définie, même dans des cas difficiles de formations argileuses ou de lithologie complexe. Ces caractéristiques pétrophysiques peuvent être obtenues en combinant les signaux de mesure au moyen d'un ordinateur programmé selon des techniques connues de l'homme de l'art et inclus dans l'équipement de surface 18.

En effet, en ce qui concerne la lithologie, les mesures du capteur EPT et celles du capteur nucléaire se complètent pour permettre de discriminer trois types de roche tels que grès, calcaires et dolomies, le capteur EPT étant sélectivement sensible aux calcaires et aux grès tandis que le capteur nucléaire est plus apte à discriminer les dolomies. Au

point de vue argilosité, le capteur nucléaire et le capteur de microrésistivité fournissent deux mesures indicatrices de la teneur en argile. Au point de vue saturation en fluide, le capteur EPT complète le capteur de microrésistivité pour la détermination du contenu en fluide de la zone envahie, de la teneur en argile et éventuellement du facteur de cimentation m.

Le choix des trois capteurs nucléaire, microrésistivité et EPT, associé à un capteur ultrasonore pour des renseignements complémentaires sur l'écartement du patin et le cake de boue, constitue ainsi une combinaison judicieuse pour l'évaluation à haute résolution des formations. Dans certains cas de formations propres, c'est-à-dire non argileuses, ou de lithologies simples, il est possible de réduire le nombre de capteurs et de remplacer l'un d'entre eux par un capteur factice. Le dispositif selon l'invention autorise cette possibilité.

Les capteurs 42-45 sont reliés entre eux par des connexions mécaniques et électriques de façon à former un ensemble patin modulaire. Un ou plusieurs de ces capteurs peut être supprimé ou remplacé par un capteur factice afin de n'effectuer qu'une partie des mesures précédemment décrites. Le patin peut ainsi être rapidement adapté aux conditions locales ou aux demandes particulières du maître d'oeuvre du sondage.

Un exemple de connexion entre capteurs est décrit sur la figure 4. Un capteur supérieur comprend une enveloppe tubulaire 90 adaptée à être connectée à l'enveloppe tubulaire 91 d'un capteur inférieur. L'enveloppe 91 du capteur inférieur a une partie supérieure 92 moins épaisse sur laquelle est monté tournant un collier de fixation 93 ayant un filetage extérieur adapté à se visser dans un taraudage correspondant de l'enveloppe 90.

Le collier de fixation 93 est maintenu longitudinalement sur l'enveloppe 91 par deux demi-bagues 94 qui s'engagent dans une rainure annulaire 95 de la partie supérieure 92 de l'enveloppe 91. Les deux demi-bagues 94 sont elles mêmes maintenues en place par un jonc élastique fendu. Le haut de la partie supérieure 92 porte sur sa face extérieure une gorge longitudinale de détrompage 96 et est fermée par une cloison

transversale 100 qui porte des connecteurs électriques femelles 101. Dans l'enveloppe 90 du module supérieur est fixée une cloison transversale 102 qui porte des connecteurs électriques mâles 103 adaptés à s'engager dans les connecteurs femelles 101. La cloison transversale 102 se prolonge vers le bas par une languette 97 qui s'engage dans la gorge longitudinale 96 afin d'aligner les connecteurs mâles et les connecteurs femelles.

En vissant le collier de fixation 93 dans l'enveloppe 90 du capteur supérieur on connecte ainsi électriquement et mécaniquement les deux capteurs. Les circuits électroniques des deux capteurs sont reliés respectivement aux connecteurs électriques 101 et 103 par des fils de connexion 104 et 105. Des joints toriques 106 et 107 sont montés sur la partie supérieure 92 afin d'assurer l'étanchéité entre les enveloppes 90 et 91 des capteurs.

Les figures 5 à 7 représentent un autre mode de réalisation plus compact du patin de la figure 2 et notamment des connexions entre capteurs. Le patin comprend une tête supérieure 110, des anneaux de fixation 111, des enveloppes de capteurs 112 et 113 et une tête inférieure 114. La connexion entre la tête supérieure et le capteur supérieur 112 et celle située entre le capteur inférieur et la tête inférieure 114 sont similaires à la connexion entre deux capteurs successifs représentée sur la figure 6. L'anneau de fixation 111 est formé par une partie médiane 111a prolongée vers le haut et vers le bas par des parties 111b et 111c de diamètre extérieur plus faible. Dans la face externe de chaque partie amincie 111b et 111c sont découpées deux gorges périphériques adaptées à recevoir des joints toriques 115 et 116.

L'extrémité inférieure de l'enveloppe 112 comporte une découpe interne adaptée à recevoir la partie amincie 111b de l'anneau 111 et se prolonge vers le bas par deux jupes 117 et 118, d'épaisseur encore plus faible, qui viennent coiffer la partie médiane 111a de l'anneau de fixation 111. L'enveloppe 112 est fixée à l'anneau 111 par des vis 120 qui traversent les jupes 117 et 118.

L'extrémité supérieure de l'enveloppe inférieure 113 est réalisée comme l'enveloppe supérieure 112 pour s'emboîter de façon étanche sur

l'anneau 111. Cette extrémité se prolonge vers le haut par deux jupes 121 adaptées à venir s'intercaler entre les jupes 117 et 118 de l'enveloppe 112 lorsqu'on emboîte l'enveloppe 113 sur l'anneau 111. Des vis 122 traversent les jupes 121 pour fixer l'enveloppe 113 sur l'anneau de fixation 111. Ce dispositif verrouille longitudinalement et en rotation les enveloppes de deux capteurs adjacents tout en permettant un montage rapide des capteurs et en autorisant des changements ou des suppressions de capteurs. Les liaisons électriques d'un capteur à l'autre sont réalisées par des fils isolés souples 123 reliés par des connecteurs 124.

La face de chaque enveloppe 112, 113 en contact avec la paroi du sondage est équipée de pièces courbes 125 et 126 qui donnent la courbure désirée à cette face d'appui. Les bords des pièces courbes 125 et 126 de deux capteurs adjacents sont longitudinalement disposés très près l'un de l'autre de façon que la face d'appui du patin soit pratiquement continue. Des longerons 127 fixés par des vis 128 aux têtes supérieure et inférieure peuvent être prévues pour rigidifier le patin. Des tubes 129 sont de préférence montés entre la tête supérieure 110 et la tête inférieure 114 pour l'installation de liaisons électriques directes entre ces deux têtes. Ce mode de réalisation du patin permet de connecter d'autres appareils de diagraphie en dessous du patin 20. Ce patin est alors suffisamment rigide pour que l'on puisse envisager de supprimer le berceau 21.

La figure 8 est une représentation schématique des circuits électroniques utilisés dans l'appareil de fond 10. Ces circuits comprennent un processeur numérique (DSP) principal 130 qui commande le fonctionnement de processeurs numériques esclaves 131-1 à 131-5 associés aux différents capteurs. Le processeur principal 130 est relié par une interface 132 à des circuits de télémessure 133 adaptés à recevoir et démoduler les signaux reçus de l'équipement de surface 18 ainsi qu'à moduler et transmettre les informations provenant des capteurs.

Le processeur principal 130 est relié aux processeurs esclaves par une liaison bi-directionnelle 134. La communication du processeur principal vers les esclaves concerne des commandes principalement reçues de la surface. La communication des esclaves vers le processeur principal transmet toutes les données de mesure acquises par les capteurs. Chaque

processeur esclave construit un message contenant les informations qui se rapportent à une mesure. Le processeur principal fait office de tampon et de gestionnaire des messages pour leur transfert vers la surface. Le protocole de communication dépend du choix du processeur.

Dans l'exemple, la liaison 134 comprend quatre conducteurs. Deux conducteurs servent l'un à émettre des blocs de données "descendants" du processeur principal vers les esclaves et l'autre à recevoir des blocs de données "montants" provenant des processeurs esclaves. Un troisième conducteur transmet aux esclaves des impulsions d'horloge. Le quatrième porte un signal de synchronisation utilisé pour identifier le début de chaque bloc de données transmis sur les deux premiers conducteurs.

Chaque bloc est formé d'un nombre déterminé de mots (par exemple 32). Chaque processeur esclave est programmé de façon à recevoir certains des mots d'un bloc "descendant", identifiés par leur temps d'arrivée et à ignorer les autres mots. De même, chaque processeur est programmé pour émettre certains mots d'un bloc "montant" et pour être désactivé pour les intervalles de temps correspondant aux autres mots. Le type de processeur numérique est choisi pour autoriser une programmation souple des processeurs esclaves, le nombre et l'ordre des mots affectés à un processeur esclave pouvant être choisis en fonction des besoins et de façon non séquentielle.

Au moins un processeur esclave est associé à chaque capteur, plusieurs processeurs pouvant être associés à un même capteur comme par exemple les processeurs 131-2 et 131-3 qui sont tous deux affectés au capteur nucléaire 44. En plus d'un processeur esclave 131-i, chaque module de mesure comprend un circuit de traitement analogique 134-i relié à un convertisseur analogique-numérique 135-i commandé par un circuit de commande numérique 136-i. La sortie numérique de chaque convertisseur analogique-numérique 135-i est reliée au processeur correspondant 131-i.

Chaque circuit de traitement analogique 134-i effectue des opérations spécifiques nécessaires pour le fonctionnement de chaque capteur comme décrit précédemment, sous la commande de signaux provenant d'une suite de registres à décalage 137-i à sorties parallèles. Les registres à

décalage 137-i sont reliés en série, par l'intermédiaire d'une ligne 139, avec une suite correspondante de registres à décalage 138-i à entrées parallèles, situés dans les processeurs esclaves 131-i de façon à former une liaison de type navette entre chaque processeur esclave et son circuit de traitement analogique associé. Les circuits 134-i et 137-i peuvent être situés dans le patin tandis que les autres circuits 130, 132, 133 et 131-i, 135-i, 136-i sont disposés dans la cartouche étanche 16 de l'appareil. Bien entendu la répartition des circuits entre le patin et la cartouche pourrait être différente. Pour un ou plusieurs capteurs on peut, si la place à l'intérieur d'un support de capteur le permet, disposer davantage de circuits électroniques dans le patin comme par exemple le processeur numérique 131-i lui-même et le convertisseur analogique-numérique 135-i. Une telle disposition réduit le nombre de connexions électriques entre la cartouche et le patin et surtout le nombre de transferts de signaux analogiques entre eux.

La liaison-navette permet avec un minimum de connecteurs, de transmettre les commandes de chaque processeur esclave au capteur correspondant. Cette liaison permet aussi de recevoir des signaux d'indication d'état des capteurs.

En référence à la figure 9, on a représenté les parties de circuits électroniques formant la liaison-navette. En particulier, les parties se rapportant au processeur esclave 131-1 et aux circuits associés du capteur ultrasonore. La liaison-navette comprend une chaîne bouclée de registres à décalage dans laquelle les sorties de données (DO) d'un registre sont reliées, par la ligne 139 aux entrées de données (DI) du registre suivant. Le registre 138-1 du processeur esclave 131-1 comprend en réalité deux registres à décalage 140-1 et 141-1 et le registre 137-1 est formé de deux registres à décalage 142-1 et 143-1.

Le processeur principal 130 élabore un signal de cadencement MSYNC sur une ligne 144 et un signal d'horloge SHLCK sur une ligne 145. Le signal MSYNC donne la cadence à laquelle les données sont mises à jour que ce soit des données de commande vers les capteurs ou des données d'état en provenance des capteurs. Le signal SHLCK décale les données d'un registre à décalage tel que 140-1 à un registre associé tel que 142-1. Le signal

SHLCK décale aussi, en même temps, les données d'un registre tel que 143-1 au registre associé 141-1 du processeur correspondant 131-1. Le nombre d'impulsions successives SHLCK est donc égal à la moitié du nombre total de bits de la chaîne de registres 140-i, 141-i, 142-i et 143-i.

Chaque processeur esclave tel que 131-1 comprend de plus une mémoire tampon d'entrée 146-1 reliée à l'entrée parallèle du registre 140-1, et deux mémoires tampon de sortie 147-1 et 148-1 reliées respectivement aux sorties parallèles des registres 140-1 et 141-1. Le transfert des données de commande s'effectue par exemple grâce à quatre impulsions MSYNC T1 à T4 appliquées successivement à l'entrée d'écriture (LD) de la mémoire tampon 146-1, à l'entrée de charge (PL) du registre 140-1 à l'entrée de décharge (LD) du registre 142-1 et à l'entrée d'écriture (LD) de la mémoire tampon 147-1.

Entre chaque impulsion MSYNC et la suivante, est émise une série d'impulsion SHLCK. L'impulsion T1 charge la commande dans la mémoire tampon 146-1, et l'impulsion T2 charge la commande dans le registre 140-1 après quoi cette commande est transférée dans le registre 142-1 par les impulsions SHLCK. L'impulsion T3 décharge la commande vers le circuit de traitement analogique du capteur. Après un autre transfert jusqu'au registre 140-1 par les impulsions SHLCK, la commande est chargée dans la mémoire tampon de sortie 147-1 par l'impulsion T4. On peut ainsi vérifier que la commande a correctement été transférée le long de la liaison navette. La mémoire tampon de sortie 148-1 reçoit, par un processus similaire, les données d'état concernant le capteur, lesquelles ont été chargées dans le registre 143-1 puis transférées dans le registre 141-1 du processeur esclave 131-1.

Les circuits électroniques précédemment décrits constituent une architecture qui rend les capteurs indépendants les uns des autres et permet de remplacer un capteur du patin par un capteur factice ou même de remplacer un capteur par un autre capteur adapté à mesurer un paramètre physique différent sans pour autant perturber le fonctionnement des capteurs restants. Le dispositif selon l'invention peut donc être adapté à mesurer des combinaisons différentes de paramètres physiques suivant les

- 16 -

conditions ou exigences locales rencontrées. Les connexions rapides intercapteurs facilitent encore le remplacement d'un capteur par un autre.

REVENDICATIONS

1. Procédé de gestion de signaux pour appareil de diagraphie adapté à être suspendu dans un sondage à l'extrémité d'un câble et comprenant plusieurs capteurs (42, 43, 44, 45) adaptés à recevoir des signaux de commande pour élaborer des signaux de mesure représentatifs de paramètres physiques des formations, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

recevoir l'ensemble des signaux de commande destinés aux capteurs sur un processeur numérique principal (130);

transmettre les signaux de commande spécifiques à chacun des capteurs depuis le processeur principal jusqu'à une pluralité de processeurs numériques esclaves (131-i) associés aux capteurs;

transmettre les signaux de commande spécifiques à un capteur de chaque processeur esclave à son capteur associé;

transmettre les signaux de mesure provenant de chacun des capteurs à son processeur esclave associé; et

transmettre l'ensemble des signaux de mesure des processeurs esclaves au processeur principal.

2. Procédé de gestion de signaux selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de transmission des signaux de commande de chaque processeur esclave à son capteur associé comprend les étapes suivantes:

charger lesdits signaux de commande spécifiques dans un premier registre du processeur esclave; et

transférer lesdits signaux de commande du premier registre vers un deuxième registre relié au capteur associé en décalant les signaux de commande le long d'une liaison reliant en série les premiers et deuxièmes registres.

3. Dispositif de gestion de signaux pour un appareil de diagraphie adapté à être suspendu dans un sondage à l'extrémité d'un câble (12) et comprenant plusieurs capteurs (42, 43, 44, 45) adaptés à recevoir des signaux de commande pour élaborer des signaux de mesure représentatifs de paramètres physiques des formations;

caractérisé en ce qu'il comprend:

un processeur numérique principal (130) adapté à recevoir l'ensemble des signaux de commande destinés aux capteurs et à transmettre l'ensemble des signaux de mesure provenant des capteurs vers des circuits de télémesure (133); et

une pluralité de processeurs numériques esclaves (131-i), chaque processeur esclave étant associé à un capteur et étant commandé par le processeur principal (130) pour recevoir et fournir à son capteur associé, les signaux de commande spécifiques à ce capteur associé et pour recevoir et transmettre au processeur principal les signaux de mesure de ce capteur associé.

4. Dispositif de gestion de signaux selon la revendication 3, dans lequel chaque capteur est relié à un circuit de traitement analogique (134-i) pour élaborer des premiers signaux de mesure analogique en réponse aux signaux de commande spécifiques à ce capteur, caractérisé en ce qu'il comprend un convertisseur analogique-numérique (135-i) relié à la sortie de chaque circuit de traitement analogique (134-i) pour élaborer des signaux de mesures numériques de sortie appliqués au processeur esclave associé à ce capteur.

5. Dispositif de gestion de signaux selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il comprend de plus une liaison-navette pour transmettre les signaux de commande de chaque processeur esclave vers son capteur associé.

6. Dispositif de gestion de signaux selon la revendication 5 caractérisé en ce que la liaison-navette comprend:

des premiers registres à décalage (140-i), chaque premier registre à décalage (140-i) faisant partie d'un processeur esclave (131-i) et ayant une entrée parallèle pour recevoir les signaux de commande destinés à son capteur associé;

des deuxièmes registres à décalage (142-i), chaque deuxième registre à décalage (142-i) étant associé à un premier registre à décalage (140-i) et ayant une sortie parallèle reliée au capteur associé;

une liaison (139) reliant en série les premiers et les deuxièmes registres à décalage ((140-i, 142-i); et

une ligne de commande (145) pour décaler les signaux de commande le long de la liaison (139) de façon à les transférer depuis chaque premier registre à décalage jusqu'au deuxième registre à décalage associé.

7. Dispositif de gestion de signaux selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que la liaison-navette est de plus adaptée à transmettre des signaux d'état de chaque capteur vers son processeur esclave associé.

8. Dispositif de gestion de signaux selon les revendications 6 et 7, caractérisé en ce que la liaison-navette comprend:

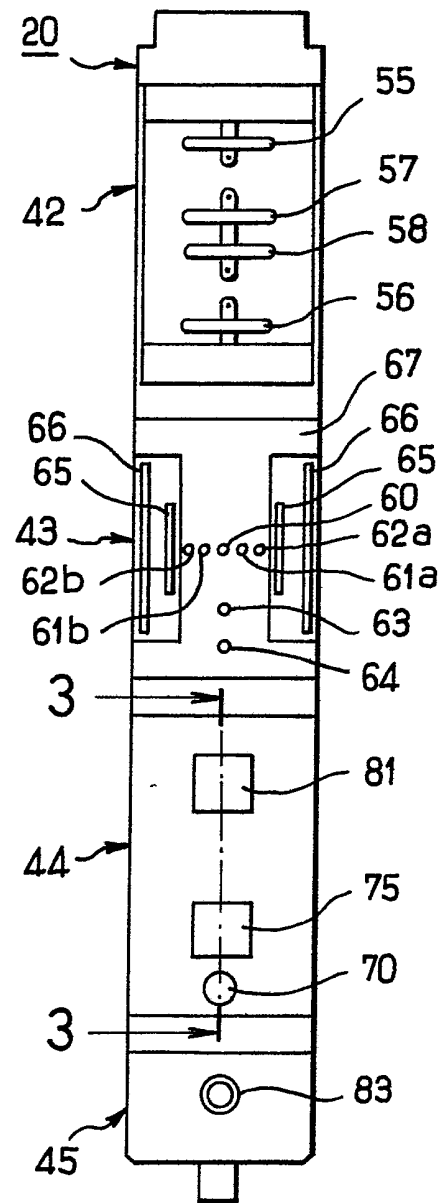
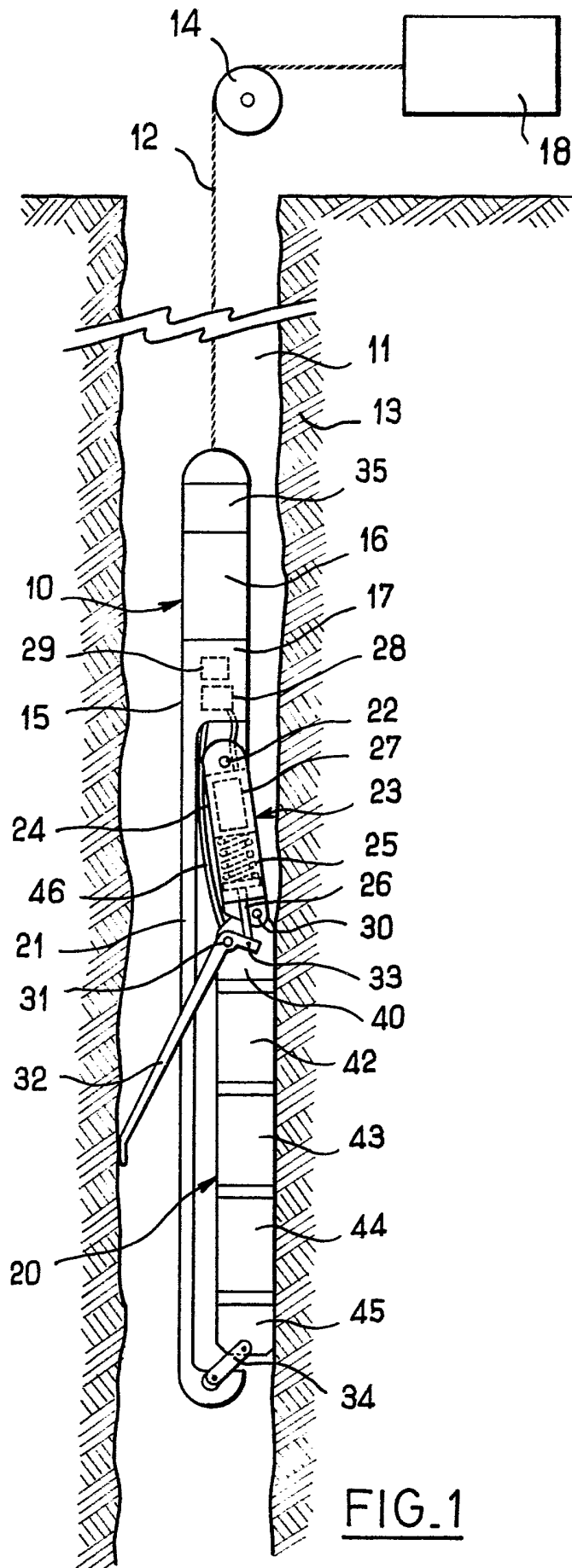
des troisièmes registres à décalage (143-i), chaque troisième registre à décalage (143-i) ayant une entrée parallèle pour recevoir les signaux d'état d'un capteur;

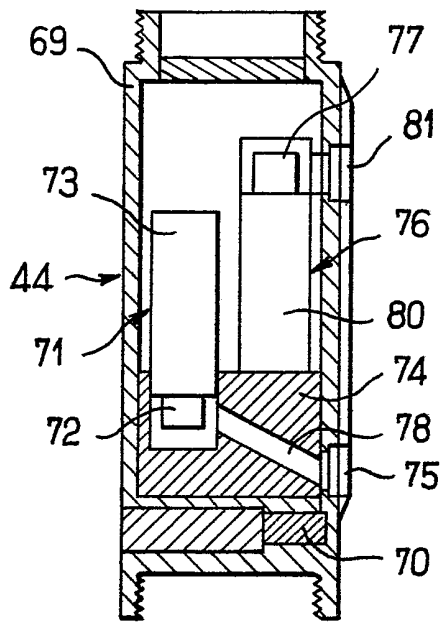
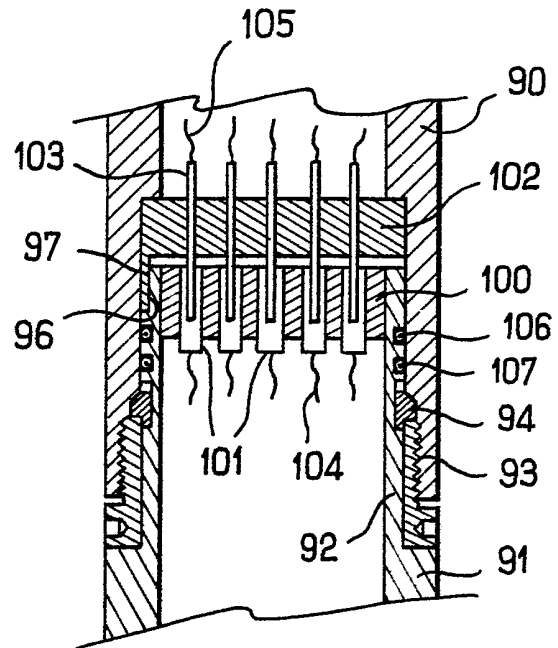
des quatrièmes registres à décalage (141-i), chaque quatrième registre à décalage (142-i) étant associé à un troisième registre à décalage (143-i) et ayant une sortie parallèle reliée au processeur esclave associé;

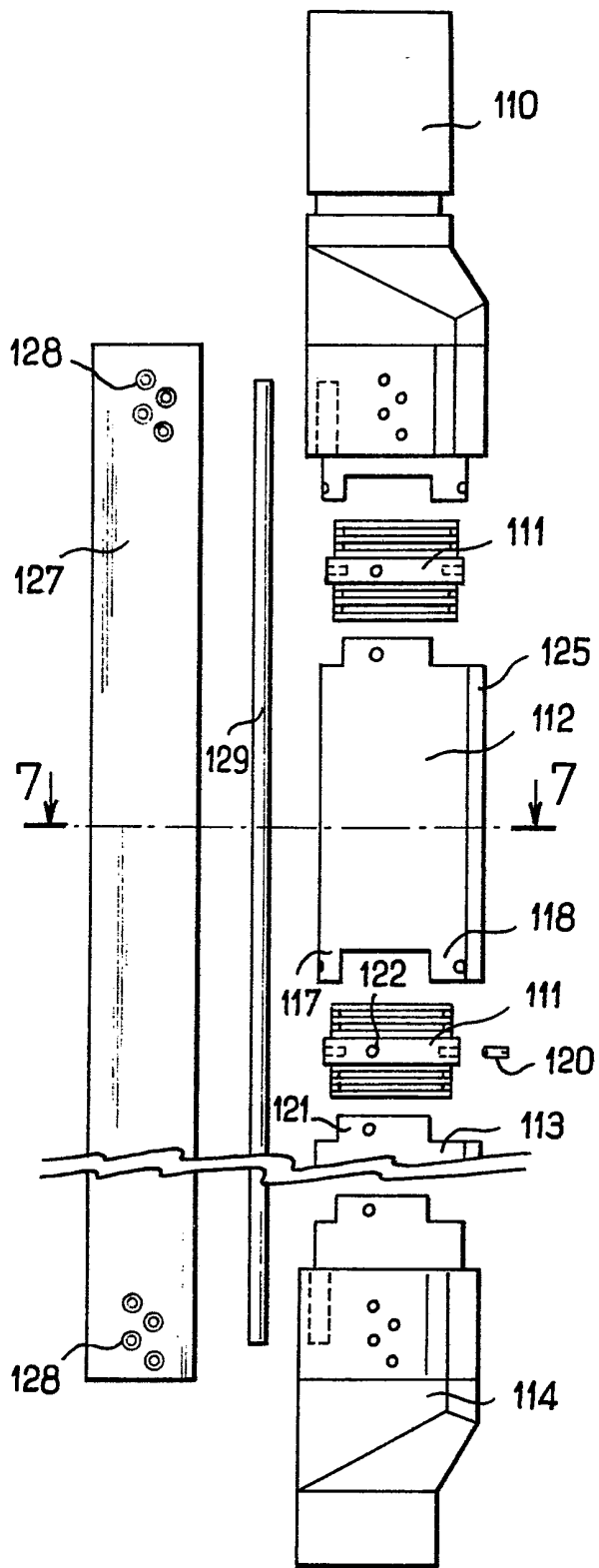
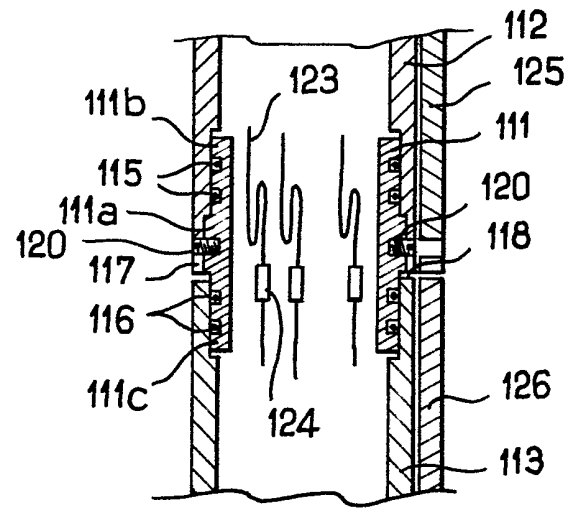
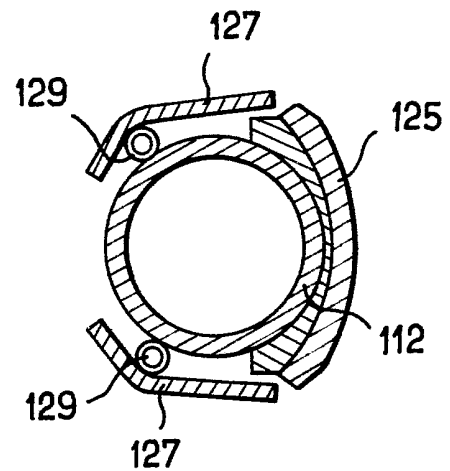
la liaison (139) reliant en série les troisièmes et les quatrièmes registres à décalage (143-i, 142-i); et

la ligne de commande (145) étant adaptée à décaler les signaux d'état le long de la liaison (139) de façon à les transférer depuis chaque troisième registre à décalage jusqu'au quatrième registre à décalage associé.

1 / 5



FIG. 3FIG. 4

FIG. 5FIG. 6FIG. 7

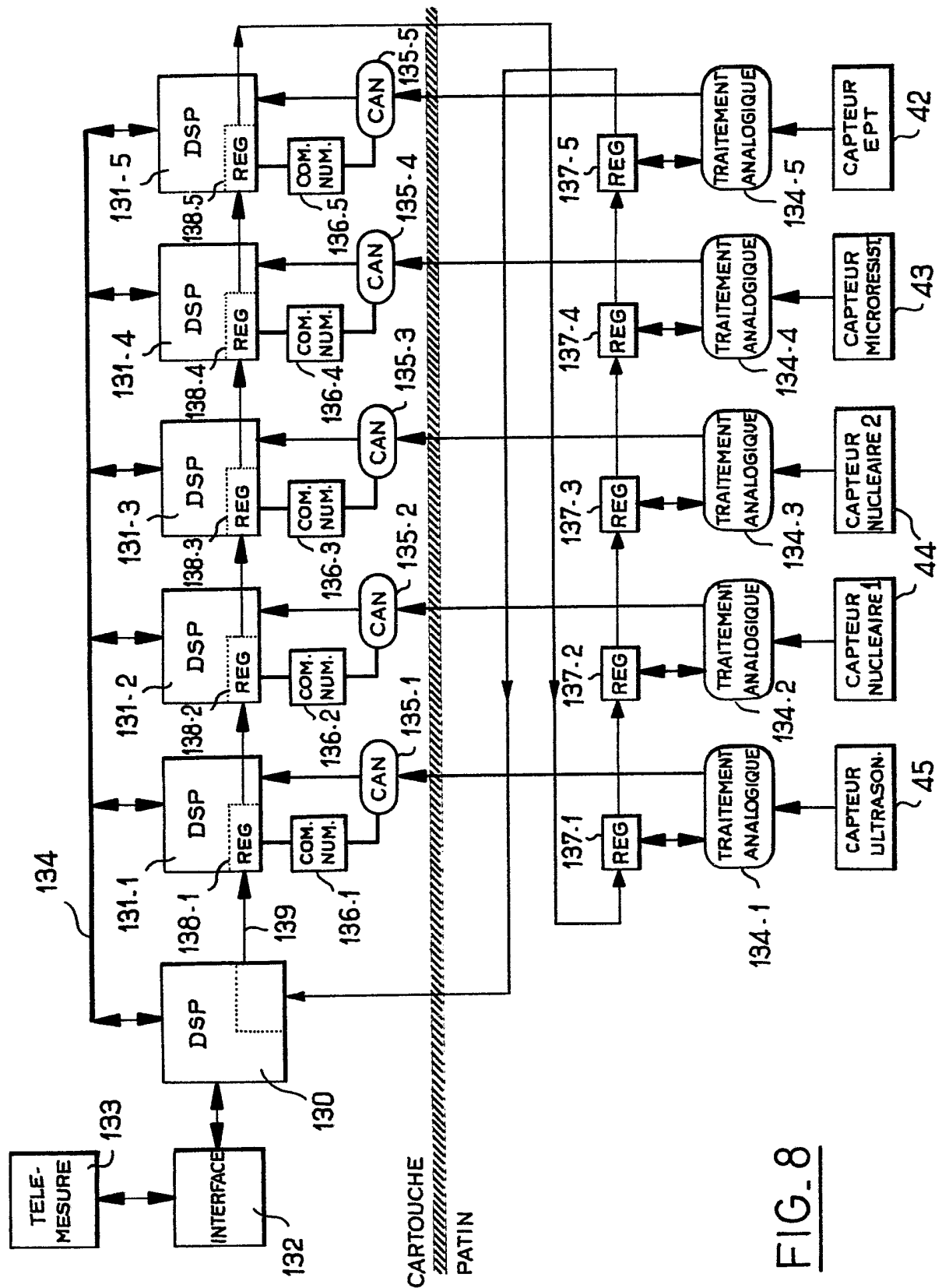
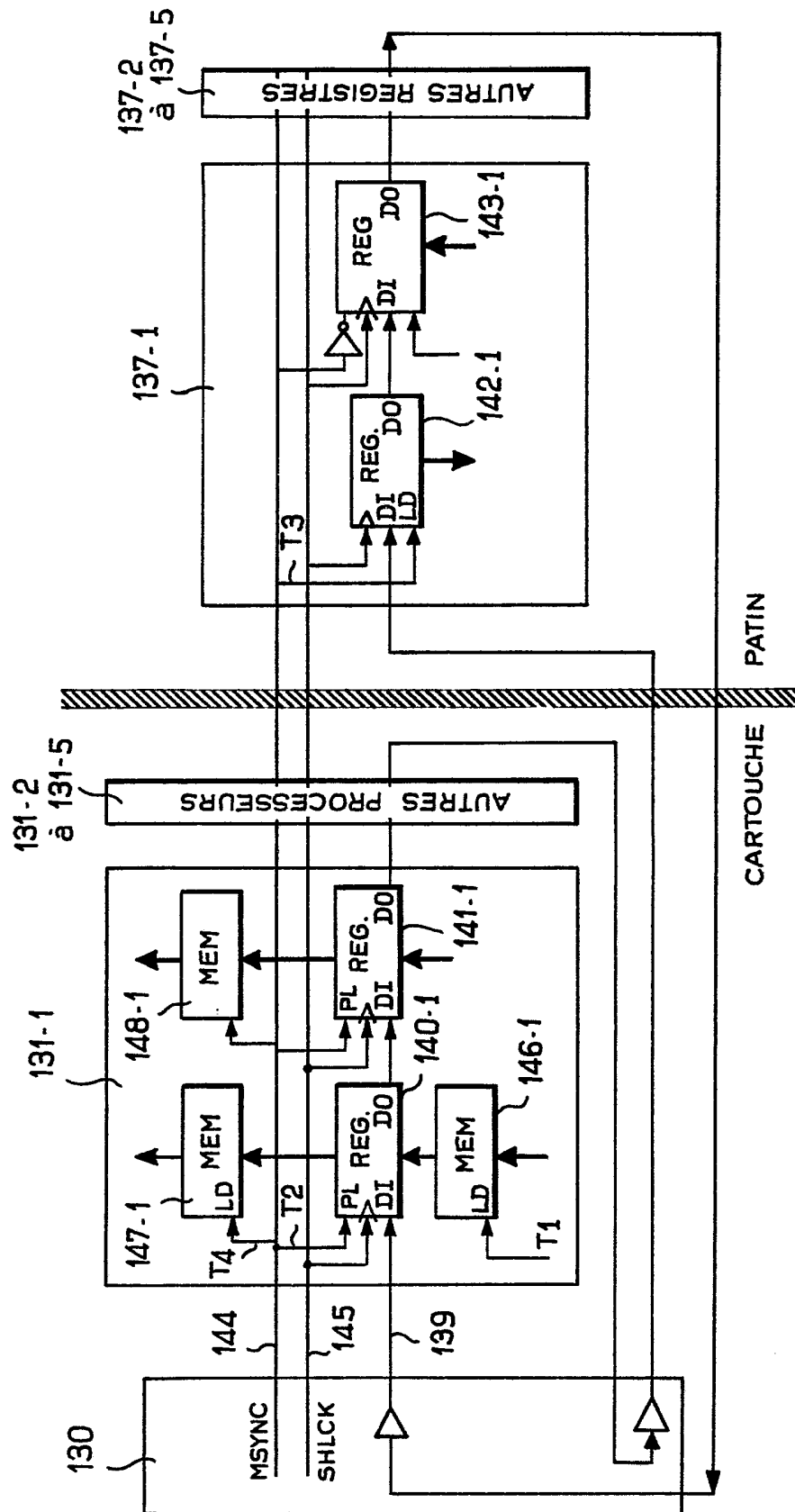


FIG. 8

FIG. 9



INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9014669

FA 450580

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US-A-4 718 011 (H.B. PATTERSON) * Résumé; colonne 2, ligne 10 - colonne 3, ligne 20; colonne 4, lignes 39-49; colonne 11, ligne 55 - colonne 12, ligne 3; colonne 13, lignes 26-46; revendications 1,9; figures 1,2 *	1,3,4
A	---	2,5,6
A	IEEE TRANSACTIONS ON AEROSPACE AND ELECTRONIC SYSTEMS, vol. AES-22, no. 1, janvier 1986, pages 98-101, New York, US; Z. CHAIR et al.: "Optimal data fusion in multiple sensor detection systems" * Page 99, colonne 1, ligne 21 - colonne 2, ligne 20 *	1
A	GB-A-2 035 554 (DRESSER IND.) * Revendications 1-4,9-14 *	1,3
A	FR-A-2 365 812 (GEARHART-OWEN) * Page 7, lignes 5-21; page 13, ligne 9 - page 14, ligne 5; page 21, ligne 33 - page 22, ligne 10; revendication 1 *	1,3
A	WO-A-8 809 940 (M.P.I.) * Résumé *	1,3
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		G 01 V
Date d'achèvement de la recherche 05-09-1991		Examineur HAASBROEK J.N.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		