

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 82 10413**

---

(54) Appareil et procédé de prospection sismique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>8</sup>). G 01 V 1/22, 1/24.

(22) Date de dépôt..... 15 juin 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 16 juin 1981, n° 274.216.*

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 50 du 17-12-1982.

---

(71) Déposant : GEOSOURCE INC., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Donnie J. Tantillo, David F. Kratochvil, Robert G. Moore et Edward M. Browne.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Nony,  
29, rue Cambacérès, 75008 Paris.

La présente invention concerne un appareil et un procédé de prospection sismique et elle a trait particulièrement à un appareil électronique de commutation progressive et un procédé d'utilisation de ce dernier.

5 Dans une exploration sismique, des ondes sonores sont couramment utilisées pour sonder la croûte terrestre en vue de déterminer les types et les emplacements de formations souterraines. La croûte terrestre peut être considérée comme un milieu de transmission ou un filtre dont les caractéristiques doivent être déterminées en faisant passer des ondes sonores au travers de ce milieu. Dans le procédé de réflexion sismique, des perturbations sonores sont produites en un point de transmission qui est situé sur ou à proximité de la surface de la terre et les ondes sonores qui sont réfléchies par des lisières souterraines de réflexion sont détectées par des détecteurs sismiques, par exemple des géophones, qui produisent à leur sortie des signaux électriques. Une information se rapportant à une formation souterraine est contenue dans ces signaux électriques et les signaux sont enregistrés sous une forme permettant leur analyse. Des techniciens spécialisés peuvent déduire de l'analyse la forme et la profondeur des lisières souterraines de réflexion et les chances de trouver une accumulation de minéraux, comme du pétrole et du gaz.

Dans un système d'enregistrement sismique typique, les réseaux de détecteurs sismiques sont répartis à intervalles d'espacement réguliers le long de la partie de la surface de la terre à examiner. Un système d'exploration sismique typique comprend également un camion d'enregistrement et un câble à paires de fils multiples qui est utilisé pour relier les sorties des réseaux détecteurs au camion d'enregistrement. Typiquement, on fait sortir une paire de fils du câble d'enregistrement en vue d'établir une connexion appropriée avec la sortie de chaque réseau. La position où une paire donnée est sortie du câble est appelée dans ce domaine spécialisé "point récepteur", "station réceptrice" ou "station". Dans la présente demande de brevet, cet emplacement sera désigné par l'expression "point récepteur". Typiquement, les points récepteurs sont désignés par des nombres successifs, par exemple de 1 à N, où N désigne le nombre total de points récepteurs dans le système. Les données obtenues en chaque point récepteur à partir d'un réseau de détecteurs forme un "canal" d'informations, qui est fourni à l'appareil enregistreur.

Dans un système sismique typique, le nombre total de points récepteurs est supérieur à la capacité en canaux de l'appareil d'enregistrement placé dans le camion d'enregistrement. En conséquence, des données ne sont pas enregistrées en provenance de tous les points récepteurs en réponse à chaque perturbation sismique. Au contraire, en réponse à chaque perturbation, des données sont enregistrées en provenance d'un nombre de points récepteurs qui est égal à la capacité en canaux de l'équipement enregistreur placé dans le camion d'enregistrement. La durée de la période d'enregistrement des données en réponse à des perturbations sismiques est appelée l'"intervalle d'enregistrement" et la durée typique d'un intervalle d'enregistrement peut être de l'ordre de 6 à 10 secondes. Pendant un intervalle d'enregistrement, les sorties des points récepteurs fournissant des données au système d'enregistrement sont échantillonnées périodiquement et les échantillons sont enregistrés. La période s'écoulant entre deux échantillons successifs dans le même canal est appelée la période d'échantillonnage de canal. Il est courant que la période d'échantillonnage de canal soit de 1 milliseconde, 2 millisecondes ou 4 millisecondes. En conséquence, pendant un intervalle d'enregistrement de 6 à 10 secondes, des données sont échantillonnées et enregistrées pour chaque canal un grand nombre de fois.

On prévoit dans les canaux d'enregistrement un appareil qui sélectionne le groupe de points récepteurs à partir desquels des données doivent être enregistrées pendant un intervalle d'enregistrement donné. Cet appareil est appelé un "appareil de commutation progressive". Par le passé, on a utilisé généralement des appareils de commutation progressive de structure mécanique, c'est-à-dire des commutateurs mécaniques comportant des contacts. Ces commutateurs mécaniques sont sujets à des dommages par usure et sous l'effet des conditions extrêmement sévères de l'environnement ainsi qu'à l'effet de la corrosion et des poussières. Tous les facteurs précités ont une influence perturbatrice sur les possibilités d'obtention de données sismiques précises.

L'invention a pour but de remédier aux inconvénients des appareils de commutation progressive de types connus.

Conformément à la présente invention, il est prévu un appareil électronique de commutation progressive utilisable dans un système d'exploration sismique.

Un tel système comprend N points récepteurs pour recevoir

des signaux provenant de détecteurs sismiques et les N points récepteurs sont numérotés successivement et répartis à intervalles le long de la surface de la terre. Le système comporte également un appareil d'enregistrement ayant une capacité de M canaux.

5 Un mode de réalisation d'un appareil électronique de commutation progressive conforme à la présente invention comprend N/2 canaux d'entrée destinés à recevoir des signaux provenant d'un groupe de N/2 points récepteurs. Chaque canal d'entrée peut recevoir des données provenant d'un de deux points récepteurs et il est prévu  
10 dans chaque canal d'entrée un circuit sélecteur destiné à sélectionner celui des deux points récepteurs qui doit être relié au canal d'entrée. Les deux points récepteurs reliés à chaque canal sont espacés de N/2 points récepteurs l'un de l'autre. Chaque canal d'entrée comprend en outre un multiplexeur destiné à effectuer un  
15 multiplexage du signal transmis par chaque canal d'entrée à un bus de signal.

Un mode de réalisation de l'appareil électronique de commutation progressive conforme à la présente invention comprend en outre un circuit de minutage et de commande destiné à faire  
20 fonctionner le multiplexeur pendant la durée d'un intervalle d'enregistrement en vue de sélectionner un groupe de M canaux parmi les N/2 canaux d'entrée pour former des canaux de données. Le circuit de minutage et de commande sert en outre à relier le groupe de M canaux de données au bus de signal dans un ordre séquentiel correspondant à la séquence des numéros des points récepteurs à partir  
25 desquels le groupe de M canaux de données a été sélectionné. En outre, le circuit de minutage et de commande sert à modifier le groupe de N/2 points récepteurs qui sont reliés aux canaux d'entrée pendant un intervalle d'enregistrement suivant. Dans un mode préféré de réalisation de la présente invention, l'appareil de minutage et de commande comprend un micro-ordinateur qui est programmé de  
30 façon appropriée pour obtenir les caractéristiques opérationnelles définies ci-dessus.

Conformément à la présente invention, il est également  
35 prévu un procédé pour collecter des données sismiques pour un système d'exploration sismique comportant N points récepteurs, qui sont numérotés séquentiellement et qui sont répartis à intervalles sur la surface de la terre, et comportant une capacité de M canaux.

Conformément au procédé selon l'invention, il est prévu  
40 un appareil électronique de commutation progressive comportant

N/2 canaux d'entrée auxquels sont reliés N/2 points récepteurs. Le procédé selon l'invention consiste en outre à établir une transmission multiplex entre M des N/2 canaux d'entrée et un bus de signal pendant un intervalle d'enregistrement. Le multiplexage se produit dans une séquence correspondant aux numéros successifs des points récepteurs constituant les M canaux de données. Enfin le procédé conforme à l'invention consiste à changer le groupe de N/2 points récepteurs qui sont reliés aux canaux d'entrée de l'appareil de commutation progressive pendant un intervalle d'enregistrement suivant.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention seront mis en évidence dans la suite de la description, donnée à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est un schéma électrique représentant un appareil électronique de commutation progressive conforme à la présente invention,

La figure 2 est un schéma électrique qui représente une partie correspondant à un mode préféré de réalisation d'un appareil électronique de commutation progressive conforme à la présente invention,

Les figures 3a à 3d représentent des organigrammes qui illustrent et définissent le fonctionnement du micro-ordinateur assurant la commande de différents éléments de l'appareil de commutation progressive de la figure 2,

La figure 4a est un schéma électrique d'une partie d'un canal d'entrée dans un mode de réalisation de la présente invention, et

La figure 4b est un schéma électrique d'une partie d'un canal d'entrée intervenant dans un mode préféré de réalisation de la présente invention.

Il est à noter que la présente invention peut se présenter sous de nombreuses formes et modes de réalisation. Certains modes de réalisation de l'invention vont être décrits de façon à permettre une compréhension de l'invention, cependant ils ne limitent en aucune manière l'esprit et la portée de la présente invention.

En considérant d'abord la figure 1, on voit qu'on a représenté un mode de réalisation d'un appareil électronique de commutation progressive conforme à la présente invention et destiné à être utilisé dans un système d'exploration sismique comportant

plusieurs points récepteurs 101-108 qui sont répartis à intervalles le long de la surface de la terre. Les points récepteurs ont été désignés par des nombres successifs, par exemple 101 à 108, comme indiqués. Chaque point récepteur est relié à la sortie d'un réseau  
5 de géophones (non représenté).

Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, il est prévu huit points récepteurs. Conformément à la présente invention, l'appareil électronique de commutation progressive 100 comprend un nombre de canaux d'entrée qui est la moitié du nombre  
10 de points récepteurs. En conséquence, dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, il est prévu quatre canaux d'entrée.

Chaque canal d'entrée comprend un commutateur d'entrée, qui peut par exemple être un relais à deux positions. Les commutateurs d'entrée se présentant sous la forme de relais ont été  
15 désignés par 109 à 112 sur la figure 1.

Conformément à la présente invention, l'appareil électronique à commutation progressive 100 fonctionne de manière à relier l'un de deux points récepteurs à chaque canal d'entrée. Les deux points récepteurs qui sont reliés à chaque canal d'entrée  
20 sont espacés l'un de l'autre d'un nombre de points récepteurs qui est égal à la moitié du nombre total de points récepteurs. Dans le cas du mode de réalisation de la figure 1, les deux points récepteurs qui sont reliés à chaque commutateur d'entrée de chaque canal d'entrée sont espacés l'un de l'autre de quatre points ré-  
25 cepteurs. Ainsi les points récepteurs 101 et 105 sont reliés aux positions du relais d'entrée 109 ; les points récepteurs 102 et 106 sont reliés aux positions du relais 110 ; etc. Quand chaque relais se trouve dans la position "A" représentée sur la figure 1, les points récepteurs 101 à 104 sont reliés aux quatre canaux  
30 d'entrée de l'appareil de commutation progressive 100.

Chaque canal d'entrée comprend également un pré-amplificateur, ces amplificateurs étant désignés par 113 à 116 sur la figure 1. Les entrées des pré-amplificateurs 113 à 116 sont reliés respectivement aux commutateurs d'entrée 109 à 112. Les sorties  
35 des pré-amplificateurs 113 à 116 sont reliées aux entrées du multiplexeur 130, qui fonctionne de manière à établir une transmission multiplex en partage de temps entre ses entrées et une sortie commune. Le multiplexeur 130 peut par exemple comprendre plusieurs transistors à effet de champ 117 à 120, comme indiqués  
40 sur la figure 1. Les sources des transistors à effet de champ 117

à 120 sont réunies par une connexion commune pour former un bus de données 122. Le bus de données 122 est relié à l'entrée d'un amplificateur à virgule flottante instantanée 123 qui agit, si nécessaire, pour amplifier le signal transmis par le bus de données  
5 122 afin de le maintenir à un niveau compris entre les limites pré-sélectionnées. Le signal de sortie de l'amplificateur à virgule flottante instantanée 123 est appliqué à un convertisseur analogique-numérique 124, qui convertit le signal de sortie de l'amplificateur à virgule flottante instantanée 123 en un mot numérique. Ce mot  
10 numérique est appliqué à un appareil d'enregistrement (non représenté) en vue d'un traitement approprié.

Le mode de réalisation de l'appareil électronique de commutation progressive 100 représenté sur la figure 1 comprend également un dispositif de minutage et de commande 121 qui agit de  
15 manière à commander les commutateurs d'entrée 109 à 112. Egalement le circuit de minutage et de commande 121 agit de façon à commander l'ordre dans lequel les transistors à effet de champ 117 à 120 sont rendus conducteurs pour transmettre séquentiellement les données de chaque canal d'entrée au bus de données 122 pendant chaque pé-  
20 riode d'échantillonnage de canal d'un intervalle d'enregistrement. Pendant chaque période d'échantillonnage de canal, la mise en conduction des transistors à effet de champ se produit dans un ordre correspondant à la séquence des numéros des points récepteurs qui sont reliés aux canaux d'entrée de l'appareil de commu-  
25 tation progressive 100.

Dans un mode préféré de réalisation, le dispositif de minutage et de commande 121 comprend un microprocesseur, tel que le composant fabriqué sous la désignation TMS 9900 par la Société "Texas Instruments". Le dispositif de minutage et de commande 121  
30 comprend également une mémoire à accès sélectif, dans laquelle les données sont mémorisées par le microprocesseur.

En fonctionnement, chaque relais comprenant des commutateurs d'entrée 109 à 112 peut d'abord être placé dans sa position "A" par le dispositif de minutage et de commande 121. Pour un  
35 tel positionnement des commutateurs d'entrée 109 à 112, les points récepteurs 101 à 104 sont reliés aux canaux d'entrée de l'appareil de commutation progressive 100. Les signaux reçus en provenance des points récepteurs 101 à 104 sont pré-amplifiés par les amplifi-  
cateurs 113 à 116 respectifs.

40 Les signaux de sortie des pré-amplificateurs 113 à 116

sont transmis par multiplexage en partage de temps au bus de données 122 lorsque le dispositif de minutage et de commande 121 intervient de façon à rendre conducteur les transistors à effet de champ 117 à 120. Dans l'exemple considéré, les transistors à effet de champ sont  
5 rendus conducteurs dans la séquence 117-118-119-120 de façon à relier les sorties des pré-amplificateurs respectifs 113, 114, 115 et 116 au bus de données 122 pendant chaque période d'échantillonnage de canal. Cet enclenchement séquentiel des transistors à effet de champ se produit de la façon suivante :

10 Avant le premier intervalle d'enregistrement, le micro-processeur détermine l'ordre dans lequel les transistors à effet de champ constituant le multiplexeur doivent être rendus conducteurs pendant chaque période d'échantillonnage de canal. Des mots de  
15 données représentant l'ordre dans lequel les transistors à effet de champ doivent être rendus conducteurs sont mémorisés dans des emplacements séquentiels de la mémoire. Pendant chaque période d'échantillonnage de canal, le premier mot de données est extrait de la mémoire et est décodé et le transistor à effet de champ correspondant  
20 est rendu conducteur ; ensuite le second mot est extrait de la mémoire et est décodé et le transistor à effet de champ correspondant est rendu conducteur, etc. Dans l'exemple considéré, la mémoire contient des mots de données qui, lorsqu'ils sont décodés, provoquent la mise en conduction ou validation des transistors à effet de champ 117-120 dans l'ordre 117-118-119-120. Cet ordre de mise en conduction  
25 correspond aux numéros successifs des points récepteurs (101 à 104) reliés aux canaux d'entrée.

Pendant un second intervalle d'enregistrement, des données sont reçues en provenance des points récepteurs 102 à 105. Avant le  
30 second intervalle d'enregistrement, le dispositif de minutage et de commande 121 agit de façon à autoriser la liaison des points récepteurs 102 à 105 avec les canaux d'entrée de l'appareil de commutation progressive 100. Ce résultat est obtenu à l'aide du dispositif de minutage et de commande 121 qui fournit des signaux faisant en  
35 sorte que les commutateurs d'entrée 110 à 112 restent dans la position "A" indiquée sur la figure 1, tout en appliquant également un signal au commutateur d'entrée 109 afin qu'il passe dans la position "B" indiquée.

Pendant le second intervalle d'enregistrement, les transistors à effet de champ, doivent être rendus conducteurs dans l'ordre  
40 118-119-120-117 pour chaque période d'échantillonnage de canal. Cet ordre est nécessaire pour que des données soient transmises au bus

122 dans un ordre correspondant aux numéros séquentiels des points récepteurs (102 à 105) qui sont reliés aux canaux d'entrée. Avant le second intervalle d'enregistrement, le microprocesseur du dispositif de minutage et de commande 121 produit de nouveaux mots de données destinés à être mémorisés dans la mémoire à accès sélectif, qui réordonne la séquence de mise en conduction des transistors à effet de champ 117 à 120. Ces mots de données, lorsqu'ils sont décodés pendant le second intervalle d'enregistrement, provoquent la mise en conduction des transistors à effet de champ 117 à 120 dans l'ordre 118-119-120-117 de manière à relier les sorties des pré-amplificateurs 114, 115, 116 et 113 au bus de données 122. En conséquence, le dispositif de minutage et de commande 121 intervient de façon à relier les canaux d'entrée de l'appareil de commutation progressive 100 au bus de données 122 dans l'ordre correspondant aux numéros successifs des points récepteurs, c'est-à-dire 102 à 105, qui sont reliés aux canaux d'entrée de l'appareil de commutation progressive 100.

Avant un troisième intervalle d'enregistrement, le dispositif de minutage et de commande 121 fournit des signaux de façon à faire passer le commutateur d'entrée 109 dans la position "B" et à faire rester les commutateurs d'entrée 111 et 112 dans les positions "A" de la figure 1. Cependant, le dispositif de minutage et de commande agit également de façon à appliquer un signal faisant passer le commutateur d'entrée 110 dans la position "B". En conséquence, les entrées à l'appareil de commutation progressive 100 pendant ce troisième intervalle d'enregistrement correspondent aux points récepteurs 103 à 107.

Avant le troisième intervalle d'enregistrement, le dispositif de minutage et de commande réordonne à nouveau la séquence de mise en conduction des transistors à effet de champ du multiplexeur 130 de manière que la séquence de connexion des canaux d'entrée avec le bus de données 122 pendant chaque période d'échantillonnage de canal du troisième intervalle d'enregistrement s'effectue également dans un ordre correspondant aux numéros successifs des points récepteurs qui sont reliés aux canaux d'entrée. Pour chaque période d'échantillonnage de canal de ce troisième intervalle d'enregistrement, la mise en conduction des transistors à effet de champ 117-120 s'effectue dans l'ordre 119-120-117-118 de façon à relier respectivement les sorties des amplificateurs 115, 116, 113 et 114 au bus de données 122.

Après avoir décrit le fonctionnement d'un mode de réalisation simplifié de la présente invention, on va maintenant se référer à la figure 2 qui représente un schéma électrique généralisé d'un mode préféré de réalisation de la présente invention. Il est prévu à intervalles espacés le long de la surface de la terre un certain nombre N de récepteurs qui sont chacun reliés à la sortie d'un réseau de détecteurs sismiques (non représentés). Ces points récepteurs sont divisés en deux groupes qui sont appelés respectivement le groupe "A" et le groupe "B". Il est prévu dans chaque groupe N/2 points récepteurs. Les points récepteurs sont numérotés successivement, par exemple de 1 à N, comme indiqué sur la figure 2. Il est évident qu'on peut utiliser pour les points récepteurs tout autre système de numérotation approprié.

En se référant encore à la figure 2, on voit qu'un appareil de commutation progressive conforme à la présente invention comprend N/2 canaux d'entrée et que chaque canal d'entrée comprend un certain nombre de commutateurs d'entrée désigné par S(1) à S(N/2). Chaque commutateur d'entrée est un commutateur à deux positions et il se présente de préférence sous la forme d'un relais, tel que le relais S2E-L2-12V qui est fabriqué par "Aromat". Les deux positions de chaque commutateur d'entrée sont désignées respectivement par A et B. La position "A" de chaque commutateur d'entrée S(1) à S(N/2) est reliée à un des points récepteurs du groupe A, c'est-à-dire 1 à N/2. La position "B" de chaque commutateur d'entrée S(1) à S(N/2) est reliée aux points récepteurs du groupe B c'est-à-dire (N/2 + 1) à N.

Chaque canal d'entrée du mode de réalisation représenté sur la figure 2 comprend en outre un pré-amplificateur, ces pré-amplificateurs étant désignés par P(1) à P(N/2). L'entrée de chaque pré-amplificateur P(1) à P(N/2) est reliée aux commutateurs d'entrée respectifs S(1) à S(N/2). Chaque pré-amplificateur P(1) à P(N/2) peut être par exemple un dispositif pré-amplificateur du type "custom quad preamp" tel que celui fabriqué par la Société "Geosource Inc." de Houston, Texas.

Un multiplexeur 201, relié aux sorties des pré-amplificateurs P(1) à P(N/2), assure la liaison séquentielle de chaque canal d'entrée de l'appareil de commutation progressive au bus de données 203 pendant chaque période d'échantillonnage de canal d'un intervalle d'enregistrement. Le multiplexeur 201 peut par exemple comprendre plusieurs transistors à effet de champ, qui sont désignés par OS(1) à OS(N/2) sur la figure 2. Les drains des transistors à effet de champ sont reliés aux sorties respectives du pré-amplificateur associ.

tandis que les sources des transistors à effet de champ sont reliées sous forme d'une jonction commune de façon à former le bus de données 203. Les grilles des transistors à effet de champ sont reliées aux sorties du dispositif de minutage et de commande 202. Le multiplexeur 5 201 comprend de préférence plusieurs dispositifs du type DG307BP, tels que ceux fabriqués par "Siliconix, Inc."

En fonctionnement, le dispositif de minutage et de commande 202 agit de façon à sélectionner un premier groupe de  $N/2$  points récepteurs pour les relier aux canaux d'entrée de l'appareil de commutation progressive. Ce premier groupe de  $N/2$  points récepteurs peut par exemple comprendre les points récepteurs 1 à  $N/2$ . Le dispositif de minutage et de commande 202 peut cependant être programmé pour sélectionner initialement un groupe différent de  $N/2$  points récepteurs à relier aux canaux d'entrée. En supposant que les points récepteurs 15 1 à  $N/2$  définissent le groupe initial de points récepteurs sélectionné, le dispositif de minutage et de commande 202 engendre les signaux appropriés pour faire en sorte que tous les commutateurs d'entrée,  $S(1)$  à  $S(N/2)$  soient placés dans la position "A" représentée. A la suite d'une perturbation sismique, des données qui sont disponibles 20 aux points récepteurs 1 à  $N/2$  sont appliquées aux canaux d'entrée et sont pré-amplifiées par les pré-amplificateurs  $P(1)$  à  $P(N/2)$ . Le dispositif de minutage et de commande 202 agit pendant chaque période d'échantillonnage de canal pour relier chaque canal d'entrée au bus de données 203 dans un ordre correspondant aux numéros successifs 25 des points récepteurs présentement reliés aux canaux d'entrée de l'appareil de commutation progressive. L'ordre de validation est déterminé par un microprocesseur, de la manière décrite ci-dessus en référence à la figure 1. Dans l'exemple décrit ci-dessus, le dispositif de minutage et de commande 202 opère pendant chaque période d'échantillonnage de canal pour valider les transistors de sortie  $OS(1)$  à  $OS(N/2)$  dans l'ordre suivant :  $OS(1)$ ,  $OS(2)$ ...  $OS(N/2)$ , etc... 30 Les signaux transmis par le bus de données 203 apparaissent dans un ordre correspondant aux numéros séquentiels des points récepteurs qui sont reliés aux canaux d'entrée, c'est-à-dire 1 à  $N/2$ . Les signaux 35 sont amplifiés par un amplificateur à virgule flottante instantanée 204, si nécessaire, et ils sont appliqués à un convertisseur analogique-numérique 205. Le signal de sortie du convertisseur analogique-numérique 205 est appliqué à un appareil d'enregistrement (non représenté) en vue de la mémorisation appropriée des signaux numériques.

40 Avant le second intervalle d'enregistrement, le dispositif

de minutage et de commande 202 agit de façon à faire passer un des commutateurs d'entrée dans son autre position, de manière qu'un groupe différent de  $N/2$  points récepteurs soit relié aux canaux d'entrée. Dans l'exemple considéré, le dispositif de minutage et de  
5 commande 202 fournit un signal faisant passer le commutateur d'entrée  $S(1)$  dans la position "B", tout en appliquant à tous les autres commutateurs des signaux les faisant rester dans la position "A". Dans cet agencement, des données provenant des points récepteurs 2 à  
( $N/2+1$ ) sont appliquées aux canaux d'entrée de l'appareil de com-  
10 mutation progressive. En conséquence, l'appareil de commutation progressive a "progressé" de manière à relier une nouvelle série de  $N/2$  points récepteurs aux canaux d'entrée.

Pendant chaque période d'échantillonnage de canal du second intervalle d'enregistrement, le dispositif de minutage et de  
15 commande 202 agit de façon à valider les commutateurs de sortie du multiplexeur 201 dans l'ordre suivant :  $OS(2), OS(3), \dots OS(N/2), OS(1)$ . Avant le second intervalle d'enregistrement, le dispositif de minutage et de commande 202 est intervenu de manière à réordonner  
20 le multiplexeur 201 de la manière décrite ci-dessus en référence à la figure 1. En conséquence, les canaux d'entrée de l'appareil de commutation progressive sont reliés au bus de données 203 dans un ordre correspondant aux numéros successifs des points récepteurs  
reliés aux canaux d'entrée, c'est-à-dire 2 à ( $N/2+1$ ) dans ce second exemple.

25 Le processus peut se poursuivre jusqu'à  $N/2$  fois et, pendant la  $N/2$ ème répétition, le dispositif de minutage et de commande 202 produit des signaux qui font passer tous les commutateurs d'entrée  $S(1)$  à  $S(N/2)$  dans la position "B". Pendant ce  
 $N/2$ ème intervalle d'enregistrement, les points récepteurs ( $N/2+1$ ) à  
30  $N$  fournissent des données au bus 203.

On a supposé ci-dessus que le système d'enregistrement a la capacité d'enregistrer  $N/2$  canaux d'information. Cependant on rencontre couramment le cas où la capacité en canaux du système,  
qui a été désignée par  $M$ , est inférieure à  $N/2$ . Dans une configura-  
35 tion d'un système auquel l'invention est applicable,  $N/2$  est égal à 132 canaux tandis que  $M$  est égal à 120 canaux.

En conséquence, dans un mode préféré de réalisation de l'invention, les valeurs  $M$  et  $N/2$  sont programmées dans le dispositif de minutage et de commande 202. Dans des situations où  $M$  est  
40 égal à  $N/2$ , l'appareil de commutation progressive fonctionne comme

décrit ci-dessus. Cependant, lorsque M est inférieur à N/2, l'appareil de commutation progressive fonctionne de manière à relier seulement M des N/2 canaux d'entrée au bus de données 203 pendant chaque période d'échantillonnage de canal d'un intervalle d'enregistrement.

Dans une exploration sismique, il est souvent souhaitable de séparer les M points récepteurs fournissant les données en deux groupes, avec un "créneau" de points récepteurs entre les deux groupes. Pendant un intervalle d'enregistrement, des données ne sont pas enregistrées en provenance des points récepteurs du "créneau". Lorsqu'un tel créneau est utilisé, il est courant d'activer une source sismique en un emplacement du créneau.

Dans un mode préféré de réalisation de l'invention, le dispositif de minutage et de commande 202 est programmé non seulement avec la capacité en canaux M de l'appareil d'enregistrement et avec le nombre de canaux d'entrée N/2, mais également avec le nombre de points récepteurs dans le créneau et le point récepteur initial de début du créneau. Il est évident que le nombre maximal de points récepteurs pouvant se trouver dans le créneau est égal à N/2 moins M.

A titre d'exemple, on va supposer qu'il existe 264 points récepteurs (c'est-à-dire  $N=264$ ) dans le système et que l'appareil d'enregistrement a une capacité de 120 canaux. On va supposer en outre que : (1) les points récepteurs sont numérotés de 1 à 264 ; (2) on désire avoir un créneau de douze points récepteurs ; (3) l'enregistrement doit commencer avec le point récepteur numéro 1 ; (4) que le créneau pour le premier groupe de N/2 points récepteurs doit commencer avec le point récepteur numéro 61. Dans cet exemple, le premier créneau comprend des stations d'enregistrement numéro 61 à 72.

Lorsque les informations précitées sont programmées dans le dispositif de minutage et de commande 202, des signaux sont engendrés par ce dispositif 202 pour faire passer initialement tous les commutateurs d'entrée S(1) à S(N/2) dans la position "A". Pendant chaque période d'échantillonnage de canal d'un premier intervalle d'enregistrement, des données sont enregistrées en provenance des points récepteurs numéro 1 à numéro 60 et numéro 73 à numéro 132. Le dispositif de minutage et de commande 202 valide les commutateurs de sortie OS(1)-OS(60) et OS(73)-OS(132) dans cet ordre pendant chaque période d'échantillonnage de canal du premier intervalle

d'enregistrement.

Avant le second intervalle d'enregistrement, le dispositif de minutage et de commande 202 produit un signal faisant passer le commutateur d'entrée S(1) dans sa position "B" et il applique des signaux à chaque commutateur S(2) à S(132) pour qu'ils restent dans la position "A". Pendant le second intervalle d'enregistrement, des données sont enregistrées en provenance des points récepteurs numéro 2 à numéro 61 et numéro 74 à numéro 133. Le dispositif de minutage et de commande 202 valide les commutateurs de sortie dans l'ordre suivant OS(2)-OS(61), OS(74)-OS(132), OS(1), pendant chaque période d'échantillonnage de canal du second intervalle d'enregistrement.

Pendant la N/2ème répétition du processus décrit ci-dessus, chaque commutateur d'entrée S(1) à S(N/2) se trouve dans sa position "B" et des données sont enregistrées en provenance des points récepteurs 133-192 et 205-264.

Dans chacun des exemples décrits ci-dessus, l'enregistrement des données a commencé lorsque chaque commutateur d'entrée se trouve dans la position A et il s'est poursuivi jusqu'à ce que chaque commutateur d'entrée passe dans sa position "B". Il va de soi que, avec l'appareil de commutation progressive conforme à l'invention, l'enregistrement d'une donnée peut commencer avec n'importe quel groupe désiré de N/2 points récepteurs.

En considérant maintenant la figure 4a, on voit qu'on a représenté un mode de réalisation d'une partie des canaux d'entrée indiqués sur les figures 1 et 2. Chaque commutateur d'entrée S(i) / $i=1,2,\dots,N/2$ / comprend un commutateur à double pôle et à double voie, comme indiqué. Lorsque le commutateur S(i) se trouve dans la position indiquée sur la figure 4a, une donnée provenant du point récepteur relié à la position "A" est appliquée au canal d'entrée. Lorsque le dispositif de minutage et de commande provoque le changement de position du commutateur S(i), le canal d'entrée reçoit un signal provenant du point récepteur qui est relié à l'entrée "B" du commutateur S(i).

Un filtre de ligne 403 est branché dans chaque canal d'entrée et il est disponible auprès de la Société "Geosource Inc." de Houston Texas. Le filtre de ligne 403 a pour fonction d'éliminer par filtrage l'énergie HF apparaissant dans le câble et d'atténuer le bruit résultant de décharges statiques.

En considérant maintenant la figure 4b, on voit qu'on a représenté un mode préféré de réalisation de chaque commutateur

d'entrée  $S(i)$   $(i=1,2,\dots,N/2)$  de chaque canal d'entrée représenté sur les figures 1 et 2, ainsi que le circuit logique qui commande son fonctionnement. Le commutateur d'entrée  $S(i)$  comprend des relais de verrouillage 410-412 qui sont chacun constitués de préférence par un relais du type S2E-L2-12V fabriqué par la Société "Aromat". Chaque relais 410-412 comporte deux bobines qui sont branchées en série et deux commutateurs à double pôle et à double voie, comme indiqués. La combinaison-série des bobines du relais 410 est connectée entre les sortie Q7 et Q6 d'un pilote de relais 413 ; la combinaison-série des bobines du relais 411 est connectée entre les sorties Q6 et Q5 du pilote de relais 413 ; tandis que la combinaison-série des bobines du relais 412 est connectée entre les sorties Q5 et Q4 du pilote de relais 413. Le côté d'entrée de chaque commutateur de relais 410 est relié à l'entrée A, qui représente la sortie d'un point récepteur du groupe A (figure 2). Un côté de chaque commutateur du relais 411 est relié à l'entrée B, qui représente la sortie d'un point récepteur du groupe B (figure 2), qui est éloigné de  $N/2$  points récepteurs du point récepteur connecté au relais 410. Les côtés de sortie des deux commutateurs du relais 410 et les côtés de sortie des deux commutateurs du relais 411 sont joints par une connexion commune aux côtés d'entrée du relais 412. Les côtés de sortie des deux commutateurs du relais 412 sont reliés au filtre de ligne 403.

Chaque relais 410-412 fonctionne de la manière suivante, en se référant au relais 410 pour décrire ce fonctionnement. Lorsque la sortie Q7 du pilote de relais 413 est au niveau logique 1 (c'est-à-dire à quinze volts) et lorsque la sortie Q6 du pilote de relais 413 est au niveau logique 0 (c'est-à-dire zéro volt), les commutateurs du relais 410 prennent les positions indiquées. Ces commutateurs restent dans les positions indiquées jusqu'à ce qu'une tension de polarité inverse soit appliquée à la bobine. Ce changement de polarité est effectué lorsque la sortie Q6 du pilote de relais 413 passe au niveau logique 1 et lorsque la sortie Q7 du pilote de relais 413 passe au niveau logique 0. Lorsque la polarité de la tension appliquée à la bobine est modifiée, chaque commutateur du relais 410 prend la position opposée à celle de la figure 4b.

Les autres sorties du pilote de relais 413 sont reliées aux bobines des relais des autres canaux d'entrée de l'appareil de commutation progressive. Dans un mode de réalisation de l'appareil de commutation progressive selon l'invention, il est prévu 132 canaux

d'entrée et 64 pilotes de relais 413 sont nécessaires pour assurer la commande des relais des canaux d'entrée de ce mode de réalisation. Le pilote de relais 413 est de préférence un dispositif du type 74C374, tel que celui fabriqué par "National Semiconductor".

5           Le pilote de relais 413 reçoit huit bits de données (D8-D15) provenant du microprocesseur du dispositif de minutage et de commande 202 (figure 2). Les bits de données D8-D15 sont chargés dans le pilote de relais 413 par le signal d'horloge qui est également produit par le microprocesseur. Le microprocesseur produit également des bits de données D5-D7 qui sont chargés dans un verrou 10 414 par le signal d'horloge. Les signaux de sortie du verrou 414 sont appliqués à un décodeur 415.

          Quand le pilote de relais 413 est validé, ces sorties prennent un niveau logique 1 ou un niveau logique 0 en fonction de 15 la donnée fournie par le microprocesseur. Quand le pilote de relais 413 n'est pas validé, ces sorties se trouvent dans un état de forte impédance. La fonction du décodeur 415 est de décoder les bits D5-D7 et de valider en correspondance le pilote de relais.

          En fonctionnement, on va supposer que le premier groupe de 20 N/2 points récepteurs à relier aux canaux d'entrée de l'appareil de commutation progressive comprend les points 1 à N/2 (figure 2). Dans ce cas, le microprocesseur produit des mots de données avant le premier intervalle d'enregistrement pour faire en sorte que :

(1) les contacteurs du relais 410 de chaque canal d'entrée passent 25 dans les positions indiquées sur la figure 4b ; (2) les contacteurs de chaque relais 411 de chaque canal d'entrée passent dans les positions indiquées sur la figure 4b ; et (3) les contacteurs de chaque commutateur d'entrée 412 passent dans les positions indiquées sur 30 la figure 4b. Lorsque lesdits contacteurs sont placés dans les positions précitées, des données sont transmises par l'intermédiaire du relais 410 et du relais 412 au filtre de ligne 403 et au pré-amplificateur 404. Pendant le second intervalle d'enregistrement, le canal d'entrée 1 doit être relié au point récepteur N/2 + 1 et en correspondance, avant le second intervalle d'enregistrement, le micro- 35 processeur du dispositif de minutage et de commande 202 produit des mots de données D5-D15 qui provoquent des changements de position des contacteurs des relais 410, 411, du premier canal d'entrée.

          En référence à la figure 4b, les côtés de sortie des deux 40 contacteurs des relais 410 à 412 sont reliés respectivement au bus de contrôle 1, au bus de contrôle 3 et au bus de contrôle 2. Le bus

de contrôle 1 et le bus de contrôle 3 sont principalement utilisés pour effectuer des contrôles de fuite et de continuité sur le câble assurant la liaison de l'appareil de commutation progressive aux points récepteurs et à des entrées court-circuitées non enregistrées pour réduire les couplages parasites en cours d'enregistrement. Ces contrôles de fuite et de continuité peuvent être effectués sur des canaux qui ne sont pas en train de fournir des données.

Le bus de contrôle 2 est principalement utilisé pour établir une communication par ligne entre le véhicule d'enregistrement et un point récepteur relié sous la forme d'une entrée au relais 410 ou au relais 411 et pour effectuer des contrôles de fuite et de continuité. Typiquement, une communication par ligne est établie avec un point récepteur se trouvant dans le "créneau", c'est-à-dire un point récepteur qui n'est pas en train de fournir des données pendant un intervalle d'enregistrement.

En considérant maintenant les figures 3a à 3d, on voit qu'on a représenté un organigramme qui met en évidence le fonctionnement du microprocesseur du dispositif de minutage et de commande 202 de la figure 2. On estime que cet organigramme est suffisant pour permettre à un spécialiste en la matière de réaliser et d'utiliser l'appareil de minutage et de commande 202.

Il est évident que, dans les revendications qui vont suivre, on couvre non seulement la situation où  $N/2$  est égal à  $M$ , mais également la situation où  $N/2$  est supérieur à  $M$ .

25

30

35

40

REVENDICATIONS

1. Appareil électronique de commutation progressive utilisable dans un système d'exploration sismique, comprenant N points récepteurs destinés à recevoir des signaux provenant de détecteurs sismiques, lesdits points récepteurs étant numérotés successivement et étant répartis à intervalles le long de la surface de la terre, ainsi qu'un système d'enregistrement comportant M canaux d'enregistrement de données sismiques, caractérisé en ce qu'il comprend :
- N/2 canaux d'entrée pour recevoir des signaux provenant d'un groupe de N/2 points récepteurs (101 à 108), chaque canal d'entrée comportant un circuit de sélection (109 à 112) pouvant sélectionner l'un de deux points récepteurs en vue d'une connexion au canal, les deux points récepteurs précités de chaque canal étant espacés l'un de l'autre de N/2 points récepteurs, et un multiplexeur (130) à partage de temps assurant le multiplexage du signal entre chaque canal d'entrée et un bus de transmission de signaux (122), et
    - un dispositif de minutage et de commande (121) comprenant un circuit : (a) pour faire fonctionner le multiplexeur pendant chaque période d'échantillonnage de canal d'un intervalle d'enregistrement afin de sélectionner un groupe de M canaux parmi les N/2 canaux d'entrée pour former des canaux de données et afin de relier ledit groupe de M canaux d'entrée au bus de transmission de signaux dans un ordre successif correspondant aux numéros successifs des points récepteurs qui ont été sélectionnés dans le groupe de canaux de données ; et (b) pour faire fonctionner le circuit de sélection de façon à changer le groupe de N/2 points récepteurs qui sont reliés aux canaux d'entrée pendant un intervalle d'enregistrement suivant.
2. Appareil de commutation progressive selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de minutage et de commande (121) comprend en outre un circuit pour court-circuiter tous les points récepteurs à partir desquels des données n'ont pas été enregistrées pendant un intervalle d'enregistrement.
3. Appareil de commutation progressive selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque canal d'entrée comprend :
- un pré-amplificateur (113 à 116) comportant une entrée et une sortie et
    - un commutateur électronique (109 à 112) d'entrée à deux positions pour relier l'entrée du pré-amplificateur du canal d'entrée à l'un ou l'autre de deux points récepteurs.

4. Appareil de commutation progressive selon la revendication 3, caractérisé en ce que le multiplexeur comprend  $N/2$  commutateur de sortie, à savoir un commutateur de sortie (117 à 120) pour chaque canal, de manière à transmettre l'entrée pré-amplifiée du canal au bus de signal.

5. Appareil de commutation progressive selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque commutateur d'entrée comprend un relais électronique (109 à 112).

6. Appareil de commutation progressive selon la revendication 4, caractérisé en ce que chaque commutateur de sortie comprend un transistor à effet de champ (117 à 120).

7. Appareil de commutation progressive selon l'une quelconque des revendications 3, 4, 5 ou 6, caractérisé en ce que le circuit de minutage et de commande comprend un micro-ordinateur.

8. Appareil électronique de commutation progressive utilisable dans un système d'exploration sismique, ledit système comportant  $N$  points récepteurs qui sont numérotés successivement et qui sont répartis à intervalles le long de la surface de la terre, ainsi qu'un système d'enregistrement comportant  $M$  canaux pour enregistrer des données sismiques, caractérisé en ce qu'il comprend :

-  $N/2$  canaux d'entrée, chaque canal comportant un pré-amplificateur ( $P(1)$  à  $P(N/2)$ ) pourvu d'une entrée et d'une sortie, ainsi qu'un commutateur électronique d'entrée ( $S(1)$  à  $S(N/2)$ ) à deux positions pour relier l'entrée de son pré-amplificateur associé à l'un ou l'autre de deux points récepteurs qui sont espacés l'un de l'autre de  $N/2$  points récepteurs,

- un multiplexeur (201) pour assurer le multiplexage en partage de temps des sorties des pré-amplificateurs vers un bus de signal,

- un circuit de minutage et de commande (202) pour faire fonctionner le multiplexeur pendant chaque période d'échantillonnage de canal dans l'intervalle d'enregistrement afin d'appliquer les signaux pré-amplifiés provenant d'un groupe de  $M$  points récepteurs au bus de signal dans un ordre séquentiel correspondant aux numéros successifs des points récepteurs de ce groupe, et pour changer le groupe de  $N/2$  points récepteurs qui sont reliés aux entrées des pré-amplificateurs pendant un intervalle d'enregistrement suivant.

9. Appareil de commutation progressive selon la revendication 8, caractérisé en ce que chaque commutateur d'entrée comprend un relais.

10. Appareil de commutation progressive selon la revendication 8, caractérisé en ce que le multiplexeur comprend plusieurs transistors à effet de champ.

5 11. Appareil de commutation progressive selon l'une quelconque des revendications 8, 9 ou 10, caractérisé en ce que le circuit de minutage et de commande comprend un micro-ordinateur.

10 12. Procédé pour collecter des données sismiques en utilisant un système d'exploration sismique comportant N points récepteurs qui sont numérotés successivement et qui sont placés à intervalles sur la surface de la terre, et comportant M canaux pour enregistrer des données sismiques, caractérisé en ce qu'il consiste à :

- créer un appareil électronique de commutation progressive comportant N/2 canaux d'entrée,
- relier N/2 points récepteurs aux canaux d'entrée,
- 15 - assurer le multiplexage des M canaux d'entrée parmi les N/2 canaux d'entrée vers un bus de signal pendant chaque période d'échantillonnage de canal dans l'intervalle d'enregistrement dans une séquence correspondant aux numéros successifs des points récepteurs constituant lesdits M canaux, et
- 20 - changer le groupe de N/2 points récepteurs qui sont reliés aux canaux d'entrée pendant un intervalle d'enregistrement suivant.

25

30

35

40

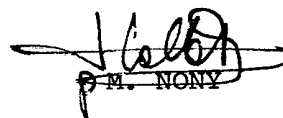
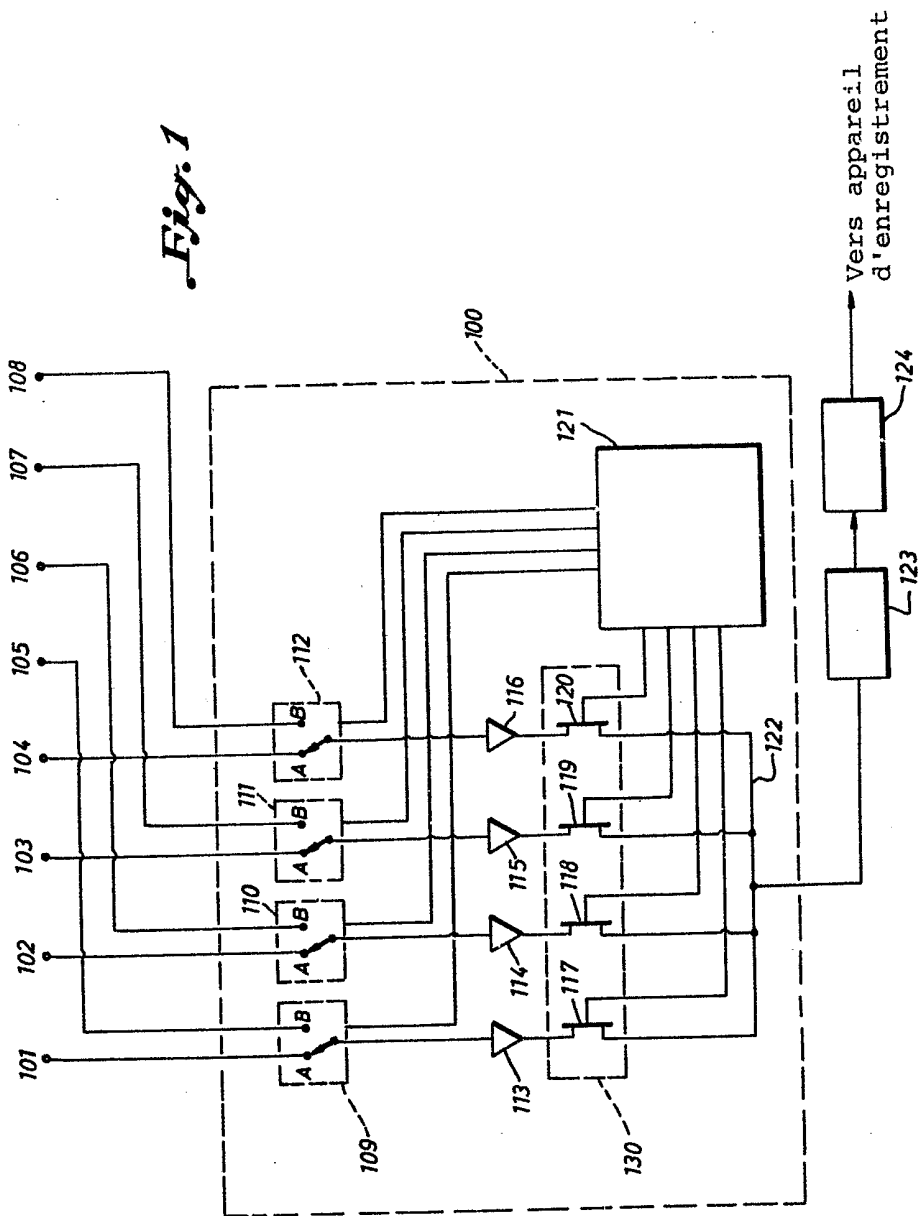
  
P.M. NONY

Fig. 1



*[Signature]*  
P.M. NONY

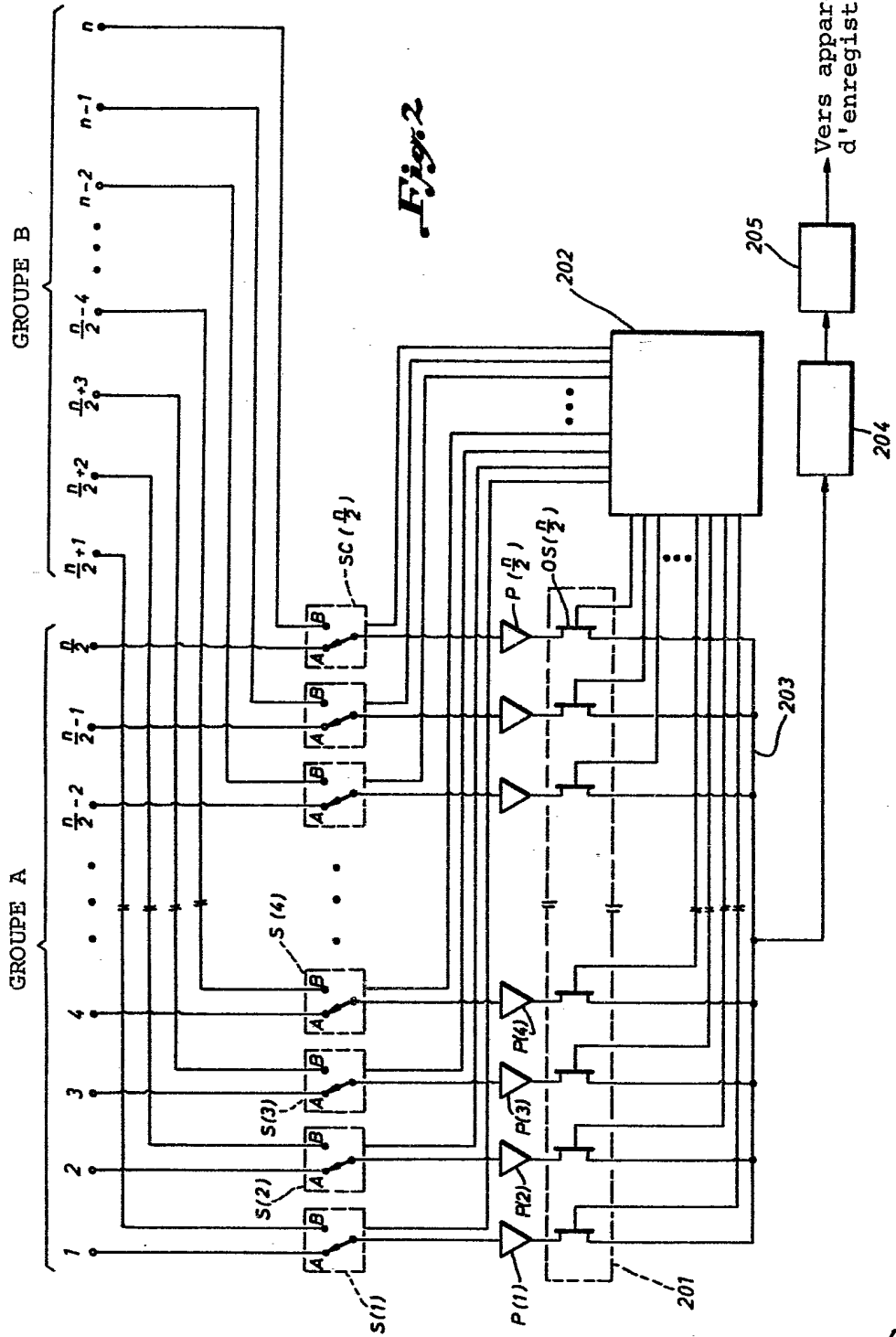


Fig. 2

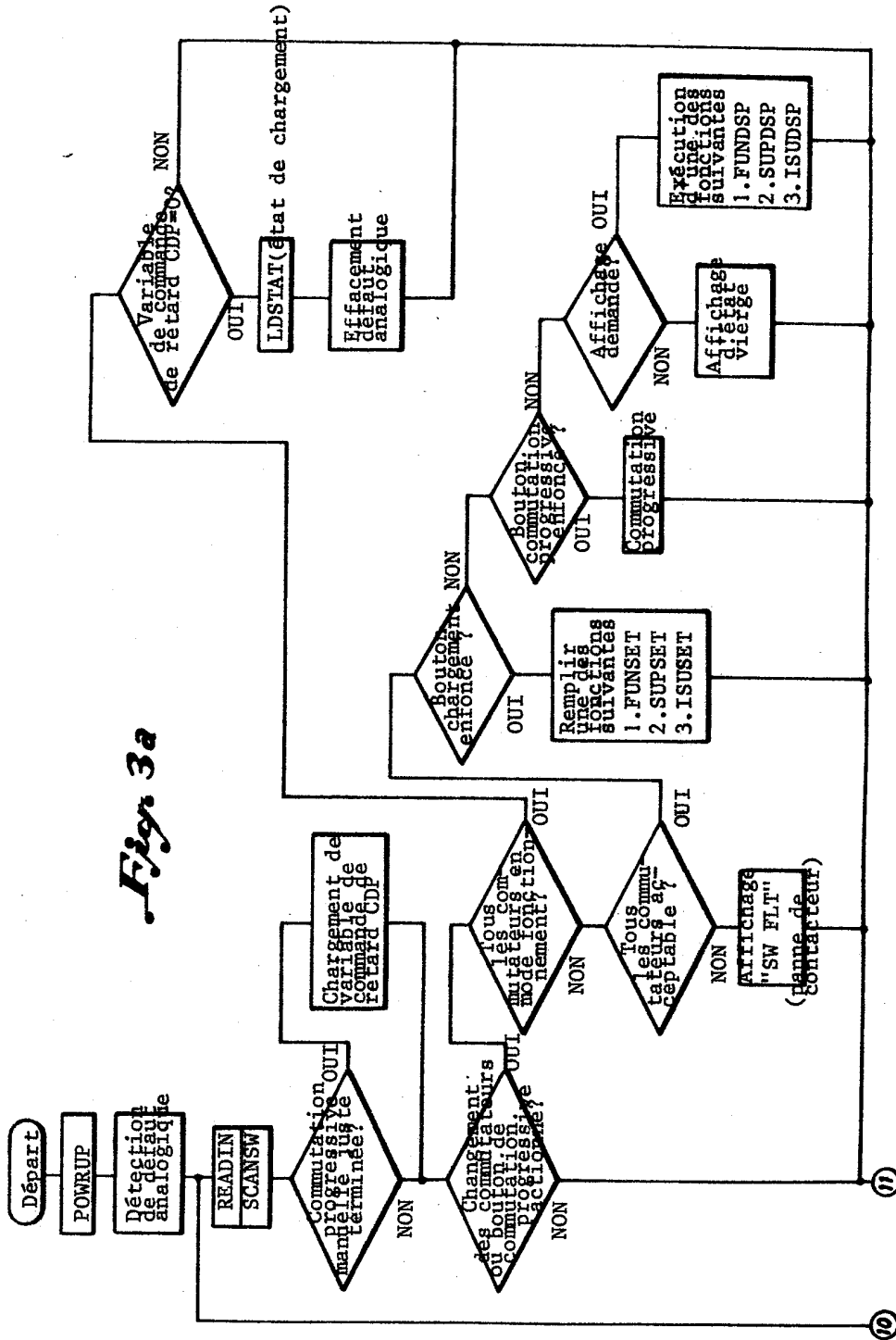
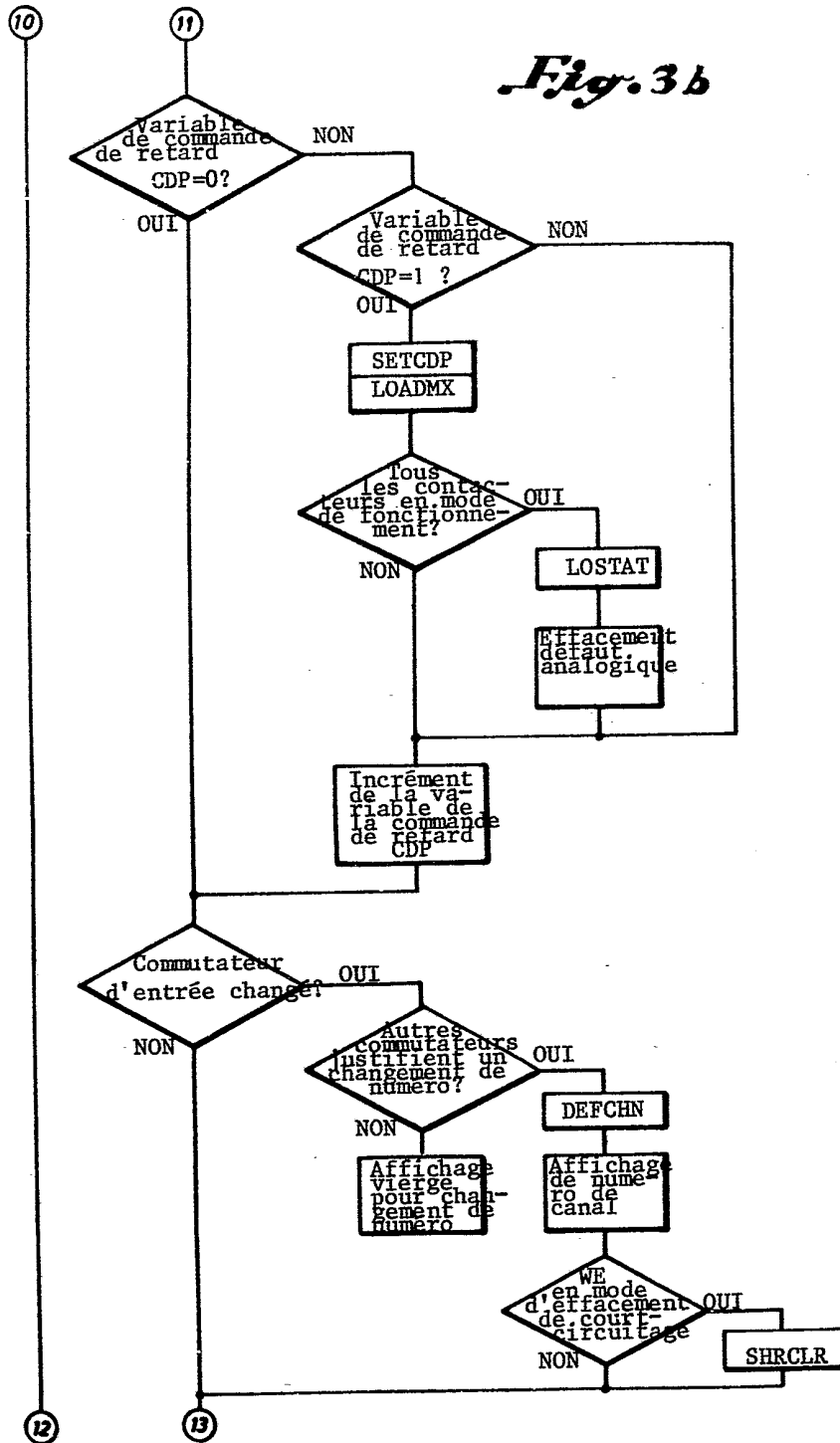


Fig 3a

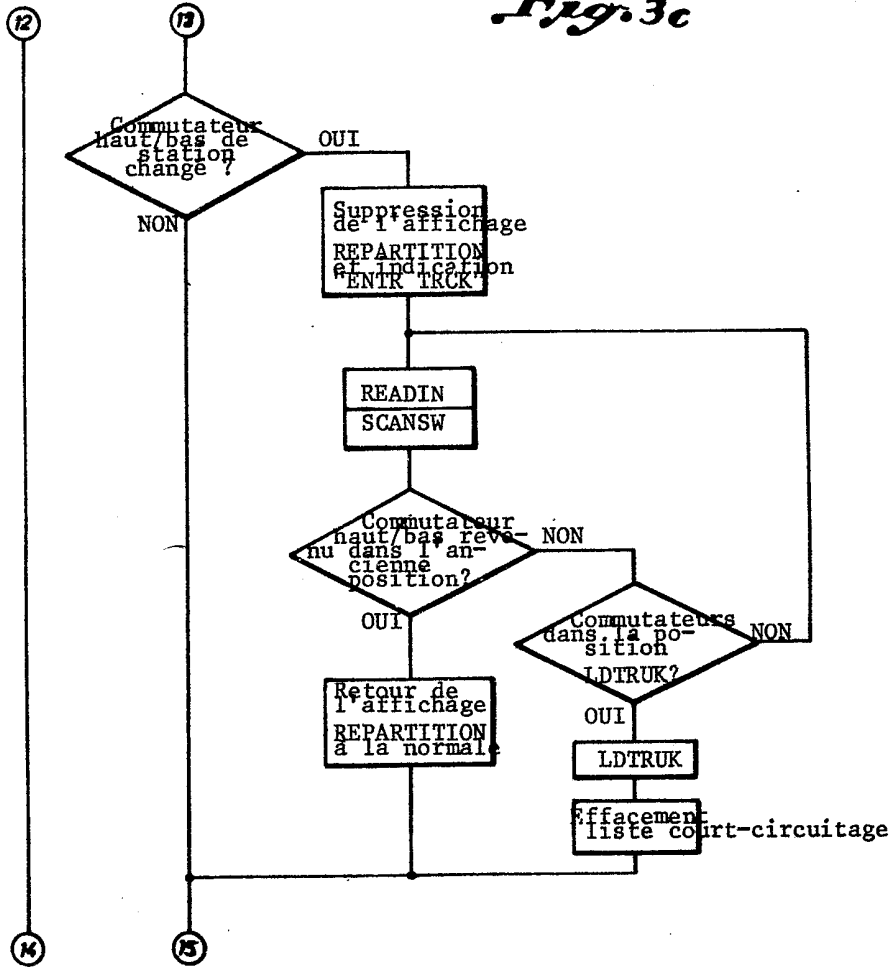
*[Signature]*  
M. NONY

*Fig. 3b*



*M. Nony*  
M. NONY

*Fig. 3c*



*Haller*  
~~PI. NONI~~



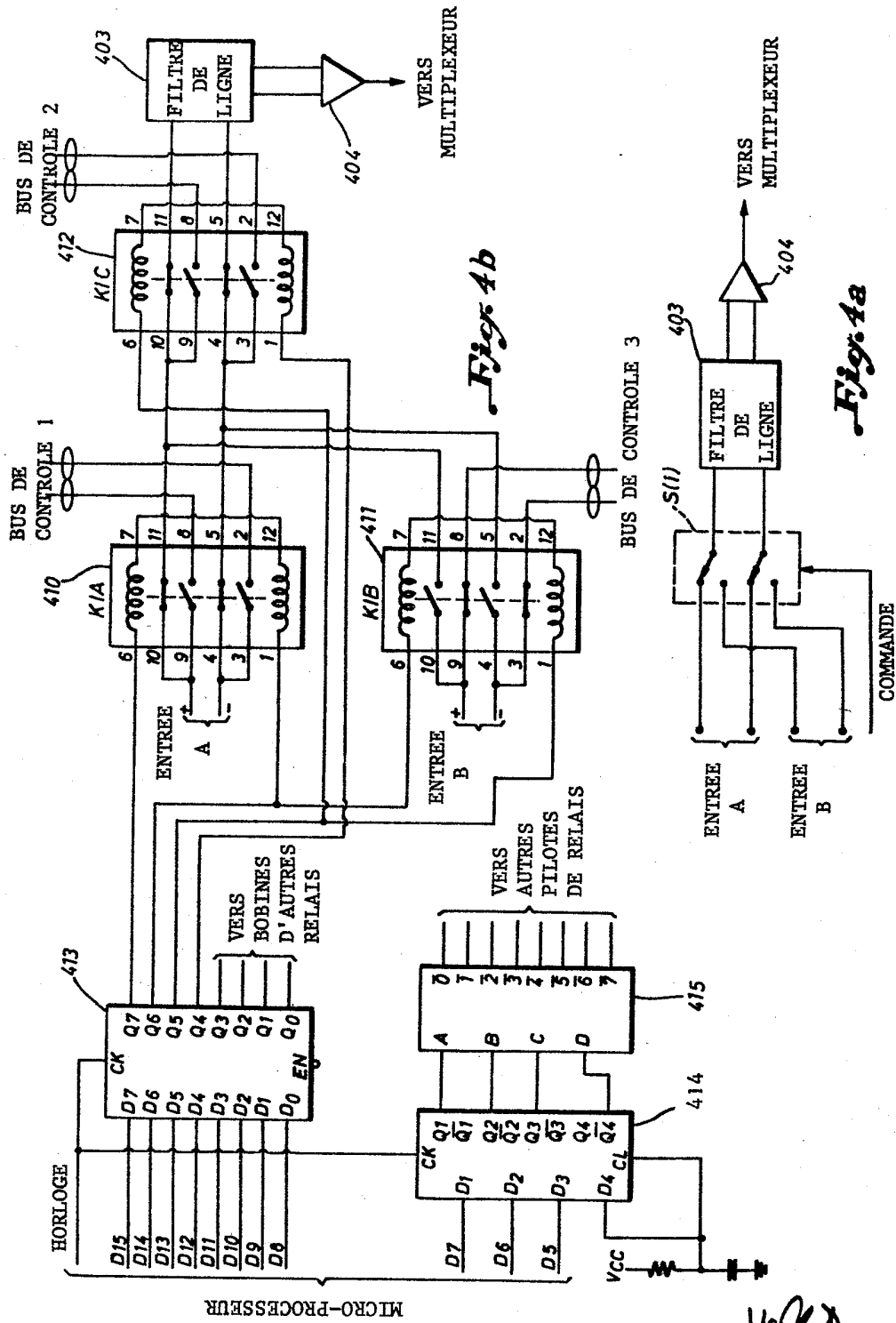


Fig. 4b

Fig. 4a

*[Handwritten signature]*  
 M. NONT