

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

90231

Patent dodatkowy
do patentu _____

MKP G01v 1/28

Zgłoszono: 20.08.73 (P. 164765)

Pierwszeństwo: 21.08.72 Stany
Zjednoczone
Ameryki

Int. Cl.² G01V 1/28

Zgłoszenie ogłoszono: 02.11.74

Opis patentowy opublikowano: 15.10.1977

CZYTELNIA

Urząd Patentowy
(dla Europejskiej Unii)

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Texas Instruments Incorporated,
Dallas (Stany Zjednoczone Ameryki)

Urządzenie do sejsmicznego badania gruntu

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do sejsmicznego badania gruntu.

Znane urządzenia do sejsmicznego badania gruntu zawierają czujniki sejsmiczne lub grupy czujników, których wyjścia są połączone poprzez łącznik z wielożyłowym kablem sejsmicznym prowadzącym do centralnego rejestratora danych. Tego rodzaju urządzenia ze względu na stosowanie centralnego rejestratora danych, znane są jako urządzenia scentralizowane.

Mówiąc dokładniej, urządzenie scentralizowane wyposażone jest w źródło energii sejsmicznej i w pewną ilość czujników sejsmicznych rozmieszczonych w odpowiednich miejscach badanego obszaru. Czujniki sejsmiczne są połączone elektrycznie z przewodami tworzącymi kabel sejsmiczny. Wyjścia przewodów kabla sejsmicznego podłączone są do wejścia sekcji cyfrowej. Sekcja analogowa zawiera dla każdego czujnika filtr częstotliwościowy przeznaczony do otrzymywania sygnałów o wymaganej częstotliwości wzmacniacz o programowanej lub automatycznej regulacji wzmocnienia, dzięki której utrzymywany jest stały poziom sygnału wyjściowego niezależnie od zmian mocy sygnału wejściowego, kamerę lub lampę oscyloskopową do wyświetlania odpowiednich wykrytych sygnałów w celach kontroli jakości i sekcję cyfrową. Sekcja cyfrowa obejmuje multiplekser, który stosownie do sterowania czasowego próbkuje każdy sygnał wyjściowy czujnika. Próbkowane przez multiplekser sygnały czujnika są przetwarzane z postaci analogowej na postać cyfrową w układzie przetwornika analogowo-cyfrowego, a następnie przesyłane poprzez wzmacniacze odczytu/zapisu do urządzenia zapisującego na taśmę magnetyczną, gdzie dane zapisywane są w postaci cyfrowej.

Stosowanie urządzenia scentralizowanego odbywa się w opisany poniżej sposób.

Grupa przeprowadzająca badania gruntowe zostaje wyposażona w plan mierniczy, na podstawie którego lokalizuje i nanosi pozycje grup czujników, pozycje źródła lub ich trajektorię i położenie jednostki sterującej. Następnie do pracy przystępuje załoga, która ustawia do 60 czujników lub grup czujników na zaznaczonych pozycjach czujnikowych, źródło energii sejsmicznej na pozycjach źródeł i jednostkę sterującą obejmującą urządzenia do rejestracji i przetwarzania danych, przy czym urządzenia te mogą być fizycznie odseparowane od jednostki sterującej. Pomiedzy czujnikami lub grupami czujników, a jednostką sterującą zostaje położony kabel, do którego dołączone zostają czujniki lub grupy czujników i urządzenia rejestrujące jednostki sterującej. Następnie jednostka sterująca nanosi na taśmę rejestracyjną właściwą identyfikację czasu i miejsca oraz

uruchamia jeden lub kilka razy źródło energii sejsmicznej w celu zarejestrowania sejsmogramu. Czujniki wykrywają fale energii sejsmicznej, zarówno te pochodzące bezpośrednio ze źródła, jak i fale odbite lub ugięte. Energia ta przesyłana jest wielożyłowym kablem sejsmicznym do urządzeń rejestrujących. Każdy sygnał wyjściowy z czujnika lub grupy czujników jest próbkowany przez multiplexer, przetwarzany na postać cyfrową i rejestrowany na taśmie magnetycznej w urządzeniu zdolnym obsłużyć do sześćdziesięciu kanałów wejściowych. Następnie urządzenie sejsmiczne przesuwane jest w następne położenie i cała procedura jest powtarzana.

Problemy związane z wykorzystaniem układu scentralizowanego wpływają ze stosowania kabla sejsmicznego, również przetwarzanie zwielokrotnionych danych zapisanych na taśmie magnetycznej sprawia pewne trudności. Kabel sejsmiczny jest kosztowny w produkcji, konserwacji i kosztowne jest również jego rozwijanie w terenie. Jego długość i masa wymaga specjalnego sprzętu transportowego, a rozwijanie i zwijanie kabla wymaga dodatkowej pracy. Wszystkie systemy multiplexerowe mają ograniczoną liczbę czujników lub grup czujników, które mogą być używane, a zwielokrotnione dane pierwotne muszą być zdemultipleksowane przed przetworzeniem końcowego wyniku — sejsmogramu.

Celem wynalazku jest zaprojektowanie efektywnego i ekonomicznego w eksploatacji urządzenia do sejsmicznego badania gruntu, które wyeliminowałoby potrzebę stosowania kabla sejsmicznego w układzie pobierania danych. Cel został osiągnięty w wyniku zrealizowania urządzenia do sejsmicznego badania gruntu według wynalazku. Urządzenie do sejsmicznego badania gruntu zawiera główny zespół sterowania i mieszania danych, przeznaczony do generowania sygnałów identyfikacyjnych i rozkazowych, źródło wymuszające drgania sejsmiczne w ciałach sprężystych w odpowiedzi na sygnały rozkazowe, oraz wielką liczbę zespołów pobierania danych przeznaczonych do selektywnego odbioru sygnałów identyfikacyjnych i rozkazowych i do wykrywania i rejestrowania energii drgań sejsmicznych rozchodzących się w ciele sprężystym, przy czym każdy z zespołów pobierania danych zawiera czujnik sejsmiczny przeznaczony do wytwarzania sygnału elektrycznego w odpowiedzi na odebrany sygnał sejsmiczny powstały na skutek wywołania drgań sejsmicznych w ciele sprężystym, urządzenie do rejestracji danych połączone z czujnikiem sejsmicznym przeznaczone do zapisywania sygnałów elektrycznych reprezentujących odebrane przez czujniki sejsmiczne sygnały sejsmiczne, oraz urządzenie kontrolno-sterujące przeznaczone do sterowania zespołem pobierania danych w odpowiedzi na sygnały identyfikacyjne i rozkazowe.

Główny zespół sterowania i mieszania danych zawiera radiowe zespoły nadawczy i odbiorczy oraz zespół sterowania ręcznego sprzężony z zespołem nadawczym i zespołem odbiorczym, który to zespół sterowania ręcznego jest przeznaczony do ręcznego wybierania sygnałów zakodowanych, które następnie są przesyłane do zespołów pobierania danych.

Główny zespół sterowania i mieszania zawiera również polowe urządzenie do przetwarzania danych sprzężone z zespołem nadawczym i zespołem odbiorczym przeznaczone do zapewnienia programowanego przesyłania zakodowanych sygnałów celem sterowania pracą zespołów pobierania danych.

Polowe urządzenie do przetwarzania danych jest sprzężone z mechanizmem przesuwu taśmy urządzenia odtwarzającego zapis z taśmy magnetycznej i z mechanizmem przesuwu taśmy urządzenia do mieszania danych, które to urządzenie do przetwarzania danych jest zaprogramowane do korygowania i mieszania danych odtwarzanych z taśm urządzeń rejestrujących zespołów pobierania danych za pomocą urządzenia odtwarzającego celem zapisywania zmieszanych danych na taśmowym urządzeniu rejestrującym.

Urządzenie odtwarzające pracuje przy tym przy prędkości przesuwu taśmy, przy odtwarzaniu, odpowiadającej wybranej liczbie taśm z wielkiej liczby zespołów pobierania danych.

Korzystne jest, gdy urządzenie rejestrujące zespołu pobierania danych sejsmicznych jest urządzeniem bębnowym lub kasetowym.

Zespół pobierania danych sejsmicznych zawiera ponadto przetwornik analogowo-cyfrowy połączony z czujnikiem sejsmicznym przeznaczony do przekształcania sygnału analogowego otrzymanego na wyjściu czujnika na sygnał cyfrowy doprowadzany do urządzenia rejestrującego dane sejsmiczne. Między wyjściem czujnika sejsmicznego a wejściem przetwornika analogowo-cyfrowego załączony jest zespół kształtowania sygnałów, przeznaczony do wybierania sygnałów pożądaných i doprowadzania tych sygnałów do postaci znormalizowanej.

Przetwornik analogowo-cyfrowy jest przetwornikiem reagującym na sygnały, których wartości charakteryzują się stosunkiem $1 \cdot 10^6 : 1$.

Korzystne jest, gdy przetwornik analogowo-cyfrowy zawiera wielką liczbę połączonych ze sobą równolegle szeregowych obwodów, z których każdy obwód składa się z połączonych szeregowo wzmacniacza różnicowego i kwantyzatora, tak, że wejścia wszystkich wzmacniaczy różnicowych są dołączone do wyjścia zespołu kształtowania sygnału.

Korzystne jest również, gdy przetwornik analogowo-cyfrowy zawiera wielką liczbę połączonych szeregowo wzmacniaczy różnicowych tak, że wejście pierwszego wzmacniacza różnicowego jest dołączone do wyjścia zespołu kształtowania sygnału, wejście każdego następnego wzmacniacza różnicowego jest połączone z wyjściem wzmacniacza poprzedniego, przy czym do wyjścia każdego ze wzmacniaczy różnicowych jest dołączony przyporządkowany temu wzmacniaczowi kwantyzator.

Zespół pobierania danych sejsmicznych zawiera procesor zrealizowany w postaci układu scalonego o wielkim stopniu integracji wykonanego techniką MOS dołączony do wyjścia przetwornika analogowo-cyfrowego i przeznaczony do przetwarzania wybranych danych sejsmicznych oraz do kontroli sygnału wyjściowego przetwornika analogowo-cyfrowego.

Zespół pobierania danych sejsmicznych zawiera obwód przełączający włączony między urządzeniem kontrolno-sterującym a urządzeniem do rejestracji danych sejsmicznych, który to obwód przełączający w odpowiedzi na sygnał rozkazowy wysłany z głównego zespołu sterowania przełącza zespół pobierania danych sejsmicznych ze stanu gotowości do stanu aktywnego, przy tym uruchomione zostaje urządzenie do rejestracji danych sejsmicznych, które zapisuje informacje identyfikacyjne oraz dane sejsmiczne odebrane czujnikiem sejsmicznym.

Urządzenie odbiorcze wchodzące w skład zespołu pobierania danych sejsmicznych zawiera urządzenie odbiorcze przeznaczone do odbierania sygnałów radiowych identyfikacyjnych i rozkazowych nadawanych przez główny zespół sterowania i mieszania danych.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przenośne zdecentralizowane urządzenie do sejsmicznego badania gruntu według wynalazku, fig. 2 — schemat blokowy jednostki pobierania danych, fig. 3 — schemat blokowy układu sterowania jednostek pobierania danych, źródła energii sejsmicznej i jednostki mieszania, fig. 4 — schemat blokowy układu konwertera analogowo-cyfrowego o stałym wzmacnieniu w całym zakresie pracy z wielokrotnymi wyjściami cyfrowymi, fig. 5 — odmianę schematu blokowego układu konwertera analogowo-cyfrowego o stałym wzmacnieniu w całym zakresie pracy, posiadającego wielokrotne wyjścia cyfrowe, fig. 6 — schemat blokowy mikroprocesora sygnałów cyfrowych umieszczonego w jednostce pobierania danych i mającego wyjście cyfrowe.

Zdecentralizowane urządzenie, przedstawione na fig. 1, wyposażone jest w pojazd ruchomy 10, który porusza się wraz z załogą po badanym obszarze i rozstawia opisane poniżej jednostki pobierania danych 12 składające się z czujników lub grup czujników 14 rozmieszczonych w zaznaczonych położeniach i przeznaczonych do jedno-, dwu- lub trójwymiarowego pobierania danych. Grupy czujników mogą składać się z jednego lub kilku geofonów lub detektorów które mogą być urządzeniami dynamicznymi lub ciśnieniowymi. Geofony zestawione są w łańcuchy po dwa lub kilka i mogą być łączone szeregowo lub równolegle. Jakkolwiek na fig. 1 pokazano czteroramienną gwiazdę po dwa detektory na jedno ramię z ramionami rozchodzącymi się od centralnie usytuowanego urządzenia nadawczo-odbiorczego 16, to znakomite wyniki osiąga się stosując dziewięcioramienną gwiazdę po sześć elementów na jedno ramię takie jak stosując układ 4 X 4 geofony w kwadracie. Po odpowiednim usytuowaniu wszystkich jednostek pobierania danych 12 są one aktywizowane i ustawiane w stan gotowości do pracy. Dane dotyczące identyfikacji i umiejscowienia jednostek pobierania danych podawane są do głównego układu sterującego 24 i jednostki mieszającej opisanych poniżej.

Za pojazdem 10 przewożącym załogę rozstawiającą jednostki pobierania danych porusza się drugi pojazd 18 z załogą ustawiającą w wybranej pozycji — wzdłuż trajektorii ustalonej przez grupę badawczą — źródło energii sejsmicznej 20. Po prawidłowym ustawieniu źródła energii sejsmicznej 20 informowany jest o tym główny układ sterujący 24 umieszczony na ciężarówce 22, który następnie przesyła zakodowane sygnały do jednostek pobierania danych 12 w celu zmiany stanu gotowości do pracy wybranych grup czujnikowych na stan aktywny. Sygnały te przesyłane są również do źródła energii sejsmicznej 20 aktywizując je, przy czym jako pierwsza rejestrowana jest informacja typu nagławkowego. Następnie dane powstałe po aktywizacji źródła (dane surowe) są zbierane i rejestrowane przez jednostki pobierania danych 12. Źródło energii 20 może być dowolnym stosowanym źródłem np. w rodzaju źródła dynamitowego lub niedynamitowego, jakie pokazane jest na fig. 1.

Przy stosowaniu źródła dynamitowego wymagana jest mniejsza ich liczba ze względu na moc sejsmiczną, jakiej dostarcza ten rodzaj źródła. Przy wykorzystywaniu źródła niedynamitowego pomiędzy każdą parą grup czujnikowych wymagane jest do czterdziestu źródeł, a ze względu na słabe związanie gruntu musi być przeprowadzone około 100 oddzielnych rejestracji w celu otrzymania właściwego stosunku sygnału do szumu. Przykładami odpowiednich źródeł niedynamitowych są: ruchoma komora gazowa, w której dokonywana jest eksplozja dużej ilości propanu i tlenu oddziaływująca na powierzchnię gruntu, działo, w którym energia dostarczana jest przez sprężone powietrze, katar lub urządzenie oparte na technice wytwarzania impulsów ciśnieniowych. Ostatnie wymienione urządzenie ma jedną zaletę w stosunku do innych źródeł niedynamitowych,

a mianowicie: częstotliwość sygnałów wejściowych jest znana i może być regulowana. Jakkolwiek czas trwania impulsów (7 sekund) umożliwia tworzenie się silnej fali powierzchniowej, to jednak jej oddziaływanie jest znacznie osłabione, gdy stosowane są zalecane powyżej sposoby ustawiania grup czujników.

Za pojazdem 18 przewożącym źródło energii sejsmicznej 20 porusza się trzeci pojazd 22 wyposażony w nadajnik i odbiornik radiowy. Na pojeździe tym znajduje się również załoga regeneracji grup czujników. Jak wspomniano poprzednio główny układ sterujący może komunikować się w obu kierunkach z załogami polowymi, z jednostkami pobierania danych i ze źródłami energii sejsmicznej, odbierając dane dotyczące identyfikacji jednostek pobierania danych i nadając sygnały aktywizujące i informację nagłówkową do jednostek pobierania danych 12 i nadając sygnały aktywizujące lub odpalające źródło energii sejsmicznej 20. Po zebraniu przez jednostki pobierania danych 12 (które są teraz w stanie aktywnym) surowych danych sejsmicznych charakterystycznych dla aktualnego położenia jednostek 12, wysyłane są zakodowane sygnały radiowe, które zmieniają aktywny stan pracy tych grup sejsmicznych na stan nieaktywny. Nieaktywny stan pracy może polegać na generacji przez urządzenie naprowadzające, umiejscowione w każdej jednostce pobierania danych 12, sygnału lokalizującego, który pomaga załodze regenerującej w zebraniu nieaktywnych jednostek pobierania danych 12. Zregenerowane jednostki pobierania danych 12 (po tym jak załoga regenerująca wymieni zapisane już pojemniki na nowe pojemniki magazynujące informacje) przenoszone są na pojazd 10 rozstawiający jednostki pobierania danych w celu ich dalszego wykorzystania na badanym obszarze. Zapisane pojemniki magazynujące informacje wprowadzane są do układu mieszania danych (opisany poniżej) w celu przetworzenia uzyskanych danych.

Jednostka pobierania danych 12 (fig. 2) wyposażona jest w jednostkę formowania sygnałów 30 sprzężoną z wyjściem grupy czujnikowej 14 i przeznaczoną do formowania sygnałów sejsmicznych, które zamieniane są z postaci analogowej na postać cyfrową w układzie konwertera analogowo-cyfrowego 32. Jednostka formowania sygnałów i konwerter A/C uruchamiane są w momencie, gdy jednostka pobierania danych 12 zostanie ustawiona w stan aktywny. Ponieważ jednostka pobierania danych 12 sterowana jest z głównej jednostki sterującej (opisanej poniżej), to urządzenie wyposażone zostało w odbiornik radiowy 34, który odbiera zakodowane sygnały pochodzące z głównego układu sterującego. Do realizacji niezbędnego sterowania stosowane są rozkazy sterujące, które modulują akustyczną falę nośną, która z kolei moduluje falę nośną o częstotliwości radiowej (lub też transmitowane są bezpośrednim przewodem). Poniżej podano typowy przykład sytemu rozkazów sterujących.

Rozkazy sterujące składają się z rozkazów adresowych i rozkazów grupowych. Rozkazy adresowe składają się z rozkazu podstawowego, po którym następuje sekwencja adresów. Wszystkie jednostki pobierania danych odbierają i pamiętają podstawowy rozkaz adresowy. Jeżeli przestrzenna identyfikacja którejkolwiek jednostki pobierania danych pojawi się w sekwencji adresowej występującej po rozkazie podstawowym, wtedy jednostka ta pomija ten rozkaz. Typowymi rozkazami adresowymi są: wejdź w aktywny stan gotowości do pracy, pisz identyfikację, wejdź w nieaktywny stan gotowości do pracy i wejdź w stan regeneracji. Rozkazy grupowe składają się z rozkazu podstawowego, po którym może, ale nie musi następować sekwencja numerów. Rozkazy grupowe pomijane są przez wszystkie jednostki pobierania danych, które zostały ustawione w stan aktywnej gotowości do pracy przez rozkaz adresowy. Sekwencja numerów następująca po podstawowym rozkazie grupowym rejestrowana jest jako zmienna sterująca w nagłówkowej części zdarzenia. Typowymi rozkazami grupowymi są: rozpocznij – numer punktu ostrzałowego (rozpocznij rejestrację zdarzenia w tym numerze), czasowy punkt kontrolny jest to chwila, gdy odpalane jest źródło i koniec – numer punktu ostrzałowego (koniec rejestrowania zdarzenia w tym numerze).

Poniżej podano typowy przykład struktury bitowej i słowowej stosowanej przy nadawaniu rozkazów. Bitowy poziom informacji reprezentowany jest przez kod Barkera, który każdej „jedyńce”, „zeru” i „spacji” przyporządkowuje odpowiedni szablon bitowy. Szablony bitowe Barkera generowane są z głównego ciągu logicznych bitów zero-jedynkowych, na ogół o długości 128 bitów. Główna binarna sekwencja logicznych zer i jedynek moduluje, jak opisano to wyżej, akustyczną falę nośną. Typowymi schematami modulacyjnymi są: kluczkowanie przesunięć fazowych lub kluczkowanie przesunięć częstotliwościowych. Binarna sekwencja poddawana jest – bit po bicie – detekcji przy końcu cyklu odbiornika, a poszczególne jej bity porównywane są w sposób ciągły z każdym bitowym szablonem Barkera w celu wykrycia „jedyńki”, „zera” i „spacji”. W momencie wykrycia korelacji pomiędzy badanym bitem a pewnym arbitralnym progiem np. 50% wykryty zostaje jeden bit informacji sterującej. Do przesyłania informacyjnych bitów o logicznych wartościach „1”, „0” i „spacja” wykorzystywane są trzy szablony bitowe Barkera. Rozkazy sterujące budowane są z tych właśnie szablonów bitowych ustawionych szeregowo.

Przy nadawaniu szablonów bitowych Barkera na nośnej fali akustycznej zastosowano modulację dwupoziomową. Sposób ten został wybrany ze względu na małą ilość informacji wymaganej do sterowania i ze względu na wymaganą, przy połączeniach na falach radiowych, dużą niezawodność. Należy, oczywiście, zdawać

sobie sprawę z tego, że również można wykorzystywać inne sposoby kodowania i modulacji, sposoby, które używają zbioru zakodowanych binarnie rozkazów i które na przykład polegają na modulacji akustycznej. Odbiornik 34 jest elektrycznie sprzężony z dekodерem 36, który demoduluje akustyczne sygnały nośne tłumacząc je na szeregowo-cyfrowe sygnały bitowe przesyłane na człon sterujący 38. Człon sterujący 38 na podstawie zdekodowanych sygnałów adresuje i wysyłając odpowiedni rozkaz powoduje, że jednostka pobierania danych 12 zmienia swój stan roboczy tj. stan gotowości do pracy, stan aktywny lub nieaktywny. Gdy człon sterujący 38 odbierze sygnał, który ma za zadanie wprowadzenie jednostki pobierania danych w aktywny stan roboczy, wtedy zamykany jest przełącznik 40, który może być przełącznikiem elektromechanicznym, co powoduje dołączenie rejestratora danych 42, który może być rejestratorem taśmowym lub kasetowym, do źródła zasilania 46. Rejestrator danych może być na przykład typu taśmowego, na którym można zarejestrować informację nagłkową, sygnały taktujące i cyfrowy sygnał wyjściowy konwertera analogowo-cyfrowego 32. Jednostka pobierania danych 12 może być wyposażona w monitor 44 połączony z członem sterującym 38 i mający za zadanie kontrolowanie jednostki pobierania danych 12 po ustawieniu jej w terenie, ale przed momentem uaktywnienia źródła energii sejsmicznej.

W celu ułatwienia regeneracji jednostki pobierania danych 12, na tablicy monitora 44 może znajdować się urządzenie naprowadzające (nie pokazane) w postaci na przykład tuby lub innego urządzenia sygnalizacyjnego wyposażone w elektromagnetyczny przełącznik uczulony na odbierane przez człon sterujący 38 rozkazy zmiany stanu z aktywnego na nieaktywny. Źródłem zasilania może być na przykład bateria akumulatorów o mocy wystarczającej do zasilania takich elementów elektrycznych jednostki pobierania danych jak: odbiornik 34 i jednostka formowania sygnałów 30, konwerter analogowo-cyfrowy 32 i naprowadzające urządzenie sygnalizacyjne (niepokazane), jak również rejestrator danych 42. Źródło zasilania powinno mieć wystarczającą pojemność, aby zapewnić właściwe zasilanie urządzenia przez 48 godzinny okres stanu gotowości do pracy i półtargodzinny okres stanu aktywnego. Okres stanu nieaktywnego nie jest okresem krytycznym, a jeżeli mimo wszystko zostanie wzięty pod uwagę, to powinien spełniać wymagania nakładane przez założony czas operacji regenerowania.

Jednostka formowania sygnałów 30 (fig. 2 i 4) wchodząca w skład jednostki pobierania danych 12 może być typową jednostką formowania sygnałów analogowych, lub systemem wyposażonym w filtr 50 (fig. 4) i sprzężonym elektrycznie z wyjściem grupy czujników sejsmicznych 14 w celu przenoszenia sygnałów tylko o pożądanych częstotliwościach. Sygnały o pożądanych częstotliwościach wprowadzane są na układ normalizujący 52, który mnoży amplitudy wszystkich sygnałów sejsmicznych przez pewną stałą tak, że wszystkie one po tej operacji znajdują się w roboczym zakresie układu konwertera A/C 32 charakteryzującego się stałym wzmocnieniem w stałym zakresie roboczym. Konwerter ten ma wielokrotne wyjścia cyfrowe.

Układ konwertera A/C wyposażony jest w stopnie wzmacniające 54, które są połączone równolegle, jak pokazano to na fig. 4, lub szeregowo, jak pokazano to na fig. 5, z wyjątkiem układu normalizującego 52. Wyjście każdego stopnia wzmacniającego wchodzi na N-bitowy układ kwantujący 56. Szeregowy układ wzmacniaczy (fig. 5) tworzy wzmacniacz kaskadowy równoważny wersji równoległej wzmacniaczy (fig. 5). Omawiane wzmacniacze mogą mieć jedną z postaci pokazanych schematycznie w paragrafie 1.25, Philbrick Applications Manual, Computing Amplifiers, wydanej w 1966 r. przez Georg. A. Philbrick Researches, Inc. W skład urządzenia zdecentralizowanego wchodzi układ o stałym wzmocnieniu w całym zakresie roboczym eliminujący potrzebę zatrudnienia personelu do regulacji wzmocnienia. Amplitudy sygnałów występujących w badanym terenie niezależnie od typu stosowanego źródła wynoszą około 120 db; tj. stosunek amplitudy największej do najmniejszej wynosi milion do jednego. Ilość cyfr binarnych (bitów) potrzebnych przy operacji konwersji analogowo-cyfrowej określana jest przy założeniu, że waga zestawu bitów wyznaczana jest na zasadzie superpozycji. Tak więc układ pobierania danych musi być układem liniowym i niezmiennym w czasie, niezależnie od poziomu szumów otoczenia. Znaczy to, że najmniejszy dopuszczalny sygnał musi zostać oszacowany i skwantowany z taką pozycją, jaka pozwala uważać, że sygnał jest sygnałem liniowym. Minimalna precyzja, mierzona w bitach potrzebna do przyjęcia liniowości amplitudy dowolnego sygnału jednotorowego wynosi trzy bity. Tak więc dla zakresu 120 db 23 bity jest minimalną ilością bitów wymaganą do zapewnienia liniowości zmiennoprzecinkowej mantysy pomiędzy – wyrażonymi w decybalach – ekstremami sygnałów pojawiających się jednocześnie, które powinny być rozdzielone w procesach polegających na dodawaniu, i do zapewnienia reprezentacji prawdziwej amplitudy, która w formie stałoprzecinkowej przedstawia dane sejsmiczne występujące pomiędzy – wyrażonymi w decybelach – sygnałami, które mogą wystąpić. Pojedynczy konwerter analogowo-cyfrowy nie może sprostać tym wymaganiom, dlatego też wymagane są układy pokazane na fig. 4, lub na fig. 5.

Optymalna liczba stopni wzmacniających 54, w których wykorzystywane są wzmacniacze operacyjne o ograniczonym wzmocnieniu określana w sposób opisany dalej. Każdy stopień wzmacniający wyposażony jest

w swój własny układ kwantujący 56, tak, że każdy stopień reprezentuje liniowo zakres sygnału około $6(N-1)$ db. Każdy układ kwantujący 56 ma pewne wyjścia bitowe (R), które są wyjściami redundancyjnymi w stosunku do sąsiednich układów kwantujących 56. Tak więc dynamiczny zakres każdego stopnia zachodzi liniowo na sąsiednie zakresy dynamiczne w około $6(R-1)$ db. Całkowity zakres stałoprzecinkowy reprezentowany jest przez M bitów, gdzie $M = R + K(N-R)$. Zakres dynamiczny wynosi około $6 \cdot (M-1)$ db, ale tylko $6(N-1)$ db tego zakresu jest zawsze liniowa. Optymalny liniowy zakres dynamiczny na stopień zawiera się pomiędzy 42 ($N=8$), a 66 ($N+12$) db. Dla całego zakresu stałoprzecinkowego ($N = 23$ do 24 bitów) nakładanie się zakresów stopni analogowych wynosi od 12 db ($N = 3$, $N = 8 = 23$) do 42 db ($R = 8$, $N = 12$, $M = 24$). Podstawiając te wartości do zależności $M = R + K(N-R)$ i rozwiązując ją względem K otrzymujemy wymaganą ilość stopni wynoszącą cztery.

W zalecanym schemacie formowania sygnałów analogowych i konwersji A/C nie są wymagane przełączniki analogowe. Stosowane są konwertery typu czterotorowego. Ponieważ system A/C posiada cztery stałoprzecinkowe wyjścia cyfrowe, po jednym wyjściu z każdego układu kwantującego 56, to do zarejestrowania czterech stałoprzecinkowych sygnałów wyjściowych musi być przystosowana jednostka rejestrująca 42, lub też musi być dokonywana konwersja danych stało- na zmiennoprzecinkowe w celu upakowania wszystkich danych w jeden wyjściowy sygnał zmiennoprzecinkowy tj. reprezentujący informację cyfrową poprzez mantysę i wykładnik. Zalecanym formatem rejestrowanych danych jest pojedynczy (upakowany) zmiennoprzecinkowy sygnał wyjściowy. Zalecany sposób upakowywania czterech stałoprzecinkowych cyfrowych sygnałów wyjściowych układów kwantujących 56 pokazany został na fig. 6, na której sygnały cyfrowe ($D_1 - D_4$) łącznie z dyskretnymi sygnałami ($L_1 - L_4$) używanymi jako wskaźniki mówiące o tym, czy układ kwantujący przetwarza sygnał analogowy w swym liniowym zakresie pracy i czy układ ten nie jest nasycony) wychodzące z układów kwantujących są sygnałami wejściowymi multipleksa 90 o wejściu $4 \times (N+1)$ bitowym i wyjściu $(N+1)$ bitowym. Multiplekser zwielokrotnia lub próbkuje sygnały cyfrowe i przesyła je na cyfrowy mikroprocesor sygnałowy 92 zbudowany na pojedynczej kostce układu scalonego typu MOS o wielkiej integracji. Procesor ten zaprogramowany jest do wykonywania pożądanych funkcji w rodzaju na przykład: sterowania multipleksa poprzez tor sprzężenia zwrotnego 94, generowania i uśredniania stałoprzecinkowych sygnałów wejściowych, dokonywania konwersji zapisu stało- na zmiennoprzecinkowy, normalizowania i filtrowania nieliniowego (w celu skompensowania charakterystyk przetwornika i wyeliminowania niepożądanych sygnałów), filtrowania i ponownego próbkowania. Sygnały wyjściowe mikroprocesora, które mogą mieć dowolną pożądaną postać; np. mogą reprezentować typowy format mantysy (M) i wykładnika (E), które połączone (M + E) reprezentują z kolei przetworzony sygnał zmiennoprzecinkowy, wprowadzane są na rejestrator danych 42 (fig. 2).

Główny układ sterujący i układ mieszania 24 pracujące jako urządzenia przenośne mogą być układami programowanymi ręcznie i wyposażone są (fig. 3) w jedną lub kilka jednostek nadawczo-odbiorczych 60, które mogą być dowolnymi urządzeniami nadawczo-odbiorczymi typu FM. Urządzenie nadawczo-odbiorcze 60 ma jedno połączenie z jednostką komunikacji głosowej 62 w celu zapewnienia dwustronnej łączności z załogami polowymi, które rozstawiają jednostki pobierania danych 12 i lokalizują i obsługują źródło energii sejsmicznej 20 wzdłuż trajektorii źródeł.

Urządzenie nadawczo-odbiorcze 60 połączone jest również z ręcznym układem sterującym 64, zaznaczonym liniami przerywanymi na fig. 3. Układ ten jest programowany ręcznie i wysyła zakodowane sygnały do jednostek pobierania danych 12 i do źródła 20. W skład zakodowanych sygnałów włączenia - wyłączenia zidentyfikowanej jednostki pobierania danych, aktywizujących wybraną jednostkę pobierania danych 12, wchodzi sygnał sterujący przesuwem taśmy magazynującej informacje, sygnał chwili zerowej synchronizujący aktywizację źródła i ustalający podstawę czasową dla jednostek pobierania danych; kod numeru przebiegu stosowany w przypadku, gdy używane jest źródło typu wibracyjnego i przeznaczony do identyfikacji na taśmie każdego uruchomienia źródła; i sygnał kontroli czasu generowany przy końcu cyklu rejestracji jednostki pobierania danych dla określonego punktu odstrzału, aktywne jednostki pobierania danych 12 (fig. 1) wprowadzane są w stan nieaktywny, aż do momentu wykorzystania wszystkich jednostek pobierania danych. Jednostki te są następnie zbierane i wykorzystywane dla innych punktów odstrzału.

W celu zapewnienia kontroli jakości danych; główny układ sterujący 24 (fig. 3) może stanowić integralny fragment polowego układu korelacji i mieszania i może być w dużym stopniu zautomatyzowany. W celu realizowania tej ostatniej cechy, ręczny układ sterujący 64, zaznaczony liniami przerywanymi na fig. 3 zostaje zastąpiony przez komunikacyjny układ sterujący 66. Komunikacyjny układ sterujący 66 działa na podstawie programu polowego minikomputera 68, dostarczając zakodowanych sygnałów obsługujących jednostki pobierania danych 12 i źródło energii sejsmicznej 20 i dostarczając potrzebnej informacji nagłówekowej zapisywanej na taśmie magazynującej informacje. Minikomputer 68 jest maszyną cyfrową typu polowego. Maszyna cyfrowa 68 wyposażona jest w polową pamięć dyskową 70 adresowaną poprzez układ sterowania

wejściem/wyjściem 72, oraz w monitor kontroli jakości 74 wyposażony układ sterowania wejściem/wyjściem kontroli jakości 76. Wejście minikomputera 68 stanowi co najmniej jeden układ sterowania przesuwem taśmy magazynującej informacje, z dużą szybkością (co najmniej 24 razy szybciej od rzeczywistego czasu zapisu). Wyjście z minikomputera 68 wyprowadzone jest poprzez układ sterowania wejściem/wyjściem przesuwu taśmy 80 na układ przesuwu taśmy rejestrującej zmieszane dane 82.

Odtwarzanie może odbywać się z większą szybkością od szybkości zapisu co najmniej tyle razy, ile jest pracujących jednocześnie (w stanie aktywnym) jednostek pobierania danych 12, ich liczba może wynosić od 24 do 60 i więcej. Tak więc, aby proces mieszania nie odbywał się z mniejszą szybkością od szybkości dostarczania danych sejsmicznych, należy zapewnić pracę kilku szybkich układów przesuwu taśmy odtwarzanej 78. Urządzenie przesuwu przy odtwarzaniu może być dowolnego typu, gwarantującego spełnienie podanych wyżej wymagań. Urządzenie 3—M DC300A Data Cartridge może pracować z szybkościami różniącymi się między sobą w stosunku 180 : 1, długość bloku tego pojemnika informacyjnego odpowiada obszarowi robocznemu w pamięci minikomputera, a zdemultipleksowana postać zapisanych danych nadaje się do superpozycjonowania i korelowania. Taśma magazynująca informacje może być zapisywana 2500 razy z gęstością zapisu równą 1600 bitów/cal bez obawy obniżenia jakości zapisu.

Minikomputer 68 może być wyposażony w pakiet programów umożliwiających łączenie wykonywania pewnych procesów, dzięki czemu zaoszczędza się czas i zmniejsza koszty przetwarzania danych surowych na typowe informacje sejsmiczne. Tak więc, wykorzystując kilka dysków, dane mogą być pakowane i rozkładane na różne formaty do celów kontroli jakości i generacji informacji wyjściowej. Po kontroli jakości danych maszyna cyfrowa rejestruje informację nagłówekową w pożądanym formacie i informację wymieszaną.

Ponieważ wszystkie układy tworzące urządzenie zdecentralizowane już istnieją i znane są fachowcom w tej dziedzinie, to w niniejszym opisie nie zamieszczono schematów ideowych tych układów. Co więcej, we wszystkich wyżej opisanych układach mogą być dokonywane zmiany, przy czym zmiany te nie wpływają na istotę wynalazku określoną w zastrzeżeniach patentowych.

Zastrzeżenia patentowe

1., Urządzenie do sejsmicznego badania gruntu, z n a m i e n n e t y m, że zawiera główny zespół (24) sterowania i mieszania danych, przeznaczony do generowania sygnałów identyfikacyjnych i rozkazowych, źródło (20) wymuszające drgania sejsmiczne w ciałach sprężystych w odpowiedzi na sygnały rozkazowe, oraz wielką liczbę zespołów (12) pobierania danych przeznaczonych do selektywnego odbioru sygnałów identyfikacyjnych i rozkazowych i do wykrywania i rejestrowania energii drgań sejsmicznych rozchodzących się w ciele sprężystym, przy czym każdy z zespołów (12) pobierania danych zawiera czujnik sejsmiczny (14) przeznaczony do wytwarzania sygnału elektrycznego w odpowiedzi na odebrany sygnał sejsmiczny powstały na skutek wywołania drgań sejsmicznych w ciele sprężystym, urządzenie (42) do rejestrowania danych, połączone z czujnikiem sejsmicznym (14), przeznaczone do zapisywania sygnałów elektrycznych reprezentujących sygnały sejsmiczne odebrane przez czujniki sejsmiczne (14) oraz urządzenie kontrolno-sterujące (38) przeznaczone do sterowania zespołem (12) pobierania danych w odpowiedzi na sygnały identyfikacyjne i rozkazowe.

2. Urządzenie według zastrz. 1, z n a m i e n n e t y m, że główny zespół (24) sterowania i mieszania danych zawiera radiowe zespoły nadawczy i odbiorczy oraz zespół sterowania ręcznego, sprzężony z zespołem nadawczym i zespołem odbiorczym, który to zespół sterowania ręcznego jest przeznaczony do ręcznego wybierania sygnałów zakodowanych, które następnie są przesyłane do zespołów (12) pobierania danych.

3. Urządzenie według zastrz. 1, z n a m i e n n e t y m, że główny zespół (24) sterowania i mieszania danych zawiera radiowe zespoły nadawczy i odbiorczy oraz polowe urządzenie do przetwarzania danych sprzężone z zespołem nadawczym i zespołem odbiorczym przeznaczone do zapewnienia programowanego przesyłania zakodowanych sygnałów celem sterowania pracą zespołów (12) pobierania danych.

4. Urządzenie według zastrz. 3, z n a m i e n n e t y m, że polowe urządzenie do przetwarzania danych jest sprzężone z mechanizmem przesuwu taśmy urządzenia odtwarzającego zapis z taśmy magnetycznej i z mechanizmem przesuwu taśmy urządzenia do mieszania danych, które to urządzenie do przetwarzania danych jest zaprogramowane do korygowania i mieszania danych odtwarzanych z taśm urządzeń rejestrujących zespołów pobierania danych za pomocą urządzenia odtwarzającego celem zapisywania zmieszanych danych na taśmowym urządzeniu rejestrującym.

5. Urządzenie według zastrz. 4, z n a m i e n n e t y m, że urządzenie odtwarzające pracuje przy prędkości przesuwu taśmy przy odtwarzaniu, odpowiadającej wybranej liczbie taśm z wielkiej liczby zespołów pobierania danych.

6. Urządzenie według zastrz. 1, z n a m i e n n e t y m, że urządzenie rejestrujące (42) zespołu pobierania danych sejsmicznych jest urządzeniem bębnowym.

7. Urządzenie według zastrz. 1, z n a m i e n n e t y m, że urządzenie rejestrujące (42) zespołu pobierania danych sejsmicznych jest urządzeniem kasetowym.

8. Urządzenie według zastrz. 1, z n a m i e n n e t y m, że zespół (12) pobierania danych zawiera przetwornik analogowo-cyfrowy (32) połączony z czujnikiem sejsmicznym (14), przeznaczony do przekształcania analogowego sygnału otrzymywanego na wyjściu czujnika (14) na sygnał cyfrowy doprowadzany do urządzenia rejestrującego (42).

9. Urządzenie według zastrz. 8, z n a m i e n n e t y m, że między wyjściem czujnika (14) a wejściem przetwornika analogowo-cyfrowego (32) załączony jest zespół (30) kształtowania sygnałów przeznaczonych do wybierania sygnałów połączonych i doprowadzania tych sygnałów do postaci znormalizowanej.

10. Urządzenie według zastrz. 9, z n a m i e n n e t y m, że przetwornik analogowo-cyfrowy (32) jest przetwornikiem reagującym na sygnały, których wartości charakteryzują się stosunkiem $1 \cdot 10^6 : 1$.

11. Urządzenie według zastrz. 10, z n a m i e n n e t y m, że przetwornik analogowo-cyfrowy (32) zawiera wielką liczbę załączonych ze sobą równolegle szeregowych obwodów, z których każdy obwód składa się z połączonych szeregowo wzmacniacza różnicowego (54) i kwantyzatora (56) tak, iż wejścia wszystkich wzmacniaczy różnicowych (54) są dołączone do wyjścia zespołu kształtowania sygnału (30).

12. Urządzenie według zastrz. 10, z n a m i e n n e t y m, że przetwornik analogowo-cyfrowy (32) zawiera wielką liczbę połączonych szeregowo wzmacniaczy różnicowych (54) tak, iż wejście pierwszego wzmacniacza różnicowego, jest dołączone do wyjścia zespołu (30) kształtowania sygnału, wejście każdego następnego wzmacniacza różnicowego (54) jest połączone z wyjściem wzmacniacza poprzedniego, przy czym do wyjścia każdego ze wzmacniaczy różnicowych (54) jest dołączony przyporządkowany temu wzmacniaczowi kwantyzator (56).

13. Urządzenie według zastrz. 8, z n a m i e n n e t y m, że zespół (12) pobierania danych sejsmicznych zawiera procesor (92) zrealizowany w postaci układu scalonego o wielkim stopniu integracji wykonanego techniką MOS dołączony do wyjścia przetwornika analogowo-cyfrowego (32) i przeznaczony do przetwarzania wybranych danych sejsmicznych oraz do kontroli sygnału wyjściowego przetwornika analogowo-cyfrowego (32).

14. Urządzenie według zastrz. 1, z n a m i e n n e t y m, że zespół (12) pobierania danych sejsmicznych zawiera obwód przełączający (40) załączony między urządzeniem kontrolno-sterującym (38) a urządzeniem (42) do rejestracji danych sejsmicznych, który to obwód przełączający (40) w odpowiedzi na sygnał rozkazowy wysyłany z głównego zespołu sterowania przełącza zespół (12) pobierania danych sejsmicznych ze stanu gotowości do stanu aktywnego, przy tym uruchomione zostaje urządzenie (42) do rejestracji danych sejsmicznych, które zapisuje informacje identyfikacyjne oraz dane sejsmiczne odebrane czujnikiem sejsmicznym (14).

15. Urządzenie według zastrz. 2, z n a m i e n n e t y m, że zespół (12) pobierania danych sejsmicznych zawiera urządzenie odbiorcze (34) przeznaczone do odbierania sygnałów radiowych identyfikacyjnych i rozkazowych nadawanych przez główny zespół (24) sterowania i mieszania danych.

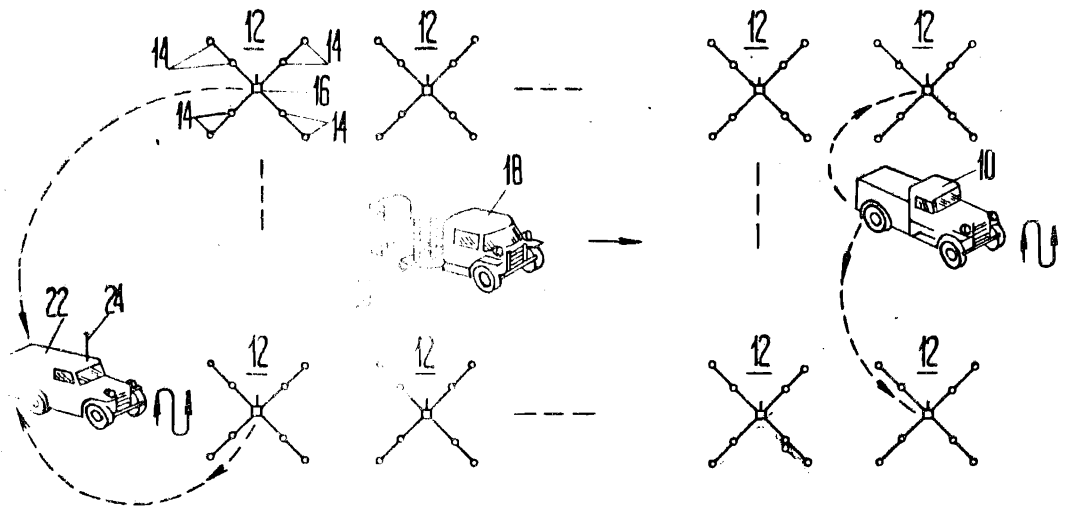


Fig. 1

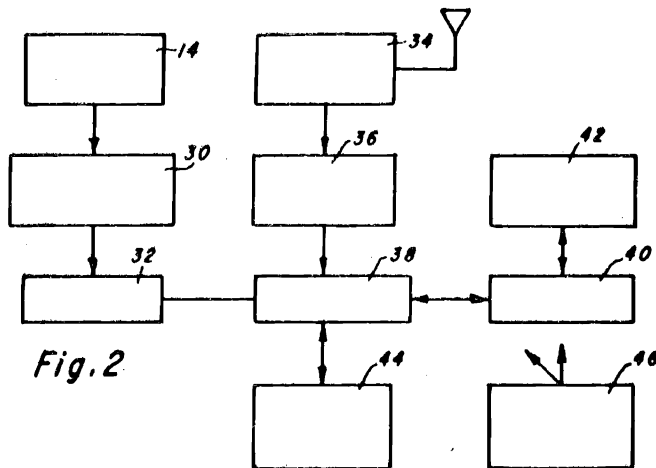


Fig. 2

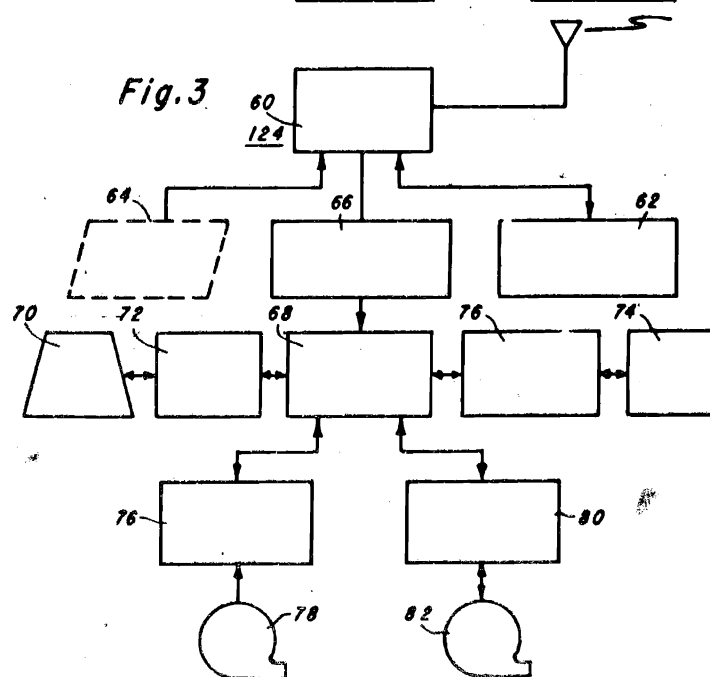


Fig. 3

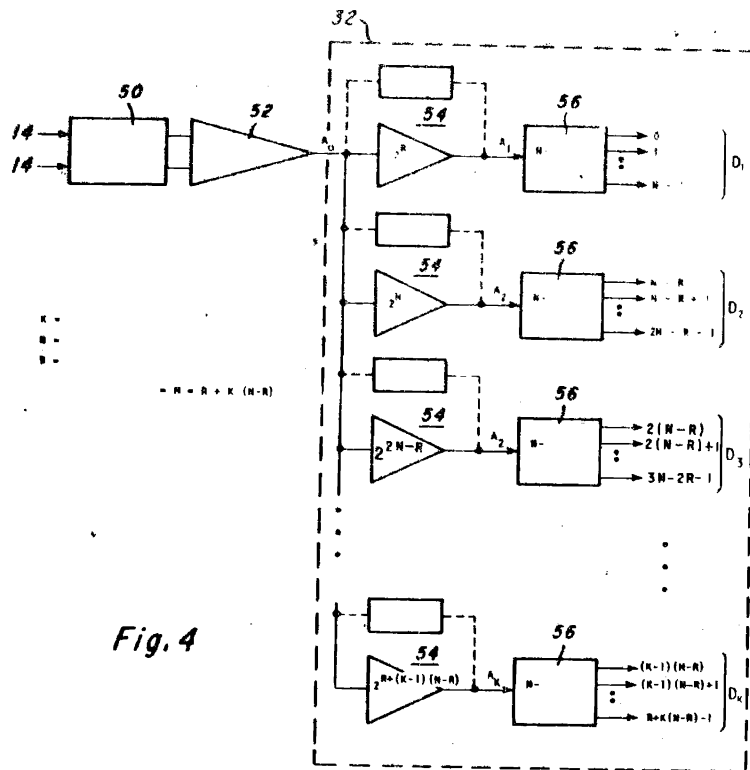


Fig. 5

