



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 12.07.74 (P. 172656)

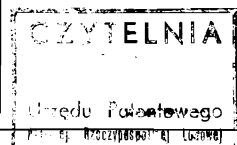
Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 31.01.76

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1977

MKP G01v 3/14
G01r 33/02

Int. Cl.²
G01V 3/14
G01R 33/02



Twórca wynalazku: Andrzej Rudzki, Mirosław Kaczyński

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Sposób i urządzenie do różnicowanych pomiarów natężenia pola geomagnetycznego

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do różnicowych pomiarów natężenia pola geomagnetycznego, znajdującego zastosowanie w badaniach geologicznych i geofizycznych.

W badaniach geologicznych i geofizycznych występuje problem pomiarów różnicy natężenia pola magnetycznego w badanym punkcie pomiarowym w stosunku do natężenia pola w innym odległym punkcie, traktowanym jako punkt odniesienia, przy czym ze względu na zmiany pola geomagnetycznego w czasie, pomiary w obu punktach winny być jednoczesne. Problem ten rozwiązywano dotychczas przez pomiar natężeń pól geomagnetycznych dwoma magnetometrami, których sondy pomiarowe umieszczono odpowiednio w punkcie badanym i w punkcie odniesienia. Przy małych odległościach punktów pomiarowych nieprzekraczających kilkaset metrów, można było zapewnić jednoczesność obu pomiarów przez synchroniczne wyzwalanie obu magnetometrów wspólnym impulsem elektrycznym. Przy odległościach większych taka synchronizacja pomiarów nie mogła być zapewniona ze względu na zbyt dużą długość kabla łączącego oba punkty pomiarowe. Dlatego przy odległościach przekraczających kilkaset metrów rezygnowano z warunku jednoczesności pomiarów i pomiary przeprowadzono niesynchronicznie, co prowadziło do znacznych błędów pomiarowych powodowanych czasowymi fluktuacjami mierzonego pola.

2

Znane urządzenia, które mierzą różnicowe natężenia pola geomagnetycznego przy zachowaniu warunku synchronizmu obu pomiarów, pracują wyłącznie na małych odległościach. Wykorzystują one dwa magnetometry umieszczone obok siebie, zwykle we wspólnej obudowie co ułatwia ich synchroniczne wyzwalanie a także umożliwia jednoczesną rejestrację obu czujników pomiarowych na wspólnym nośniku. Sondy pomiarowe magnetometrów umieszczone w obu punktach pomiarowych połączone są kablami koncentrycznymi z magnetometrami. Dopuszczalna długość tych kabli jest ograniczona przede wszystkim ze względu na szumy i zakłócenia nakładające się na indukowany w sondzie magnetometru sygnał pomiarowy. Poziom tych szumów szybko rośnie ze wzrostem długości kabla i przy długościach przekraczających 200—300 metrów praktycznie uniemożliwia pomiar. Odległości między punktami pomiarowymi wymagane w większości pomiarów geologicznych i geofizycznych są rzędu kilku kilometrów.

W badaniach geologicznych i geofizycznych punkt odniesienia pozostaje zwykle nieruchomy, zaś położenie badanego punktu ulega zmianie w obszarze o promieniu kilku kilometrów. Dla uzyskania dostatecznie szczegółowej informacji o rozkładzie pola magnetycznego w badanym obszarze punkt badany jest przemieszczany o niewielką odległość rzędu na przykład kilku metrów. W ten sposób wokół jednego punktu odniesienia dokonuje

się bardzo dużej liczby pomiarów. Ponieważ pomiar w jednym punkcie zajmuje tylko kilka sekund, to liczba pomiarów wykonanych w ciągu jednego dnia przez ekipę pomiarową może dochodzić do kilku tysięcy. Przy tak dużej liczbie zbieranych informacji pomiarowych bardzo istotnym staje się problem automatyzacji zarówno pomiaru jak i przede wszystkim rejestracji wyników.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu oraz urządzenia, które umożliwiają różnicowy pomiar natężenia pola geomagnetycznego przy odległościach punktów pomiarowych sięgających do kilku kilometrów przy zachowaniu warunku jednoczesności pomiarów, a także przy zapewnieniu możliwości rejestracji obu wyników pomiarowych wraz z numerem kolejnym pomiaru na wspólnym nośniku.

Cel ten osiągnięto stosując sposób pomiarów, którego istota polega na rozmieszczeniu dwu magnetometrów odpowiednio w punkcie badanym i punkcie odniesienia i na połączeniu tych magnetometrów łączem radiowym służącym do przesyłania sygnału synchronizującego momenty rozpoczęcia pomiarów w obu magnetometrach, a także do automatycznej transmisji cyfrowych wyników pomiaru z punktu badanego do punktu odniesienia, w celu umożliwienia zarejestrowania obu wyników na wspólnym nośniku.

Urządzenie do różnicowych pomiarów natężenia pola geomagnetycznego, realizujące sposób według wynalazku, zawiera dwa magnetometry, z których jeden umieszczony jest w punkcie pomiarowym badanym, a drugi w punkcie odniesienia. Oba magnetometry połączone są ze sobą łączem radiowym złożonym z dwu radiotelefonów, rozmieszczonych odpowiednio w punkcie badanym i w punkcie odniesienia. Magnetometr umieszczony w punkcie badanym dołączony jest do wejścia nadajnika radiotelefonu za pośrednictwem nadajnika sygnałów cyfrowych. Nadajnik sygnałów cyfrowych jest układem, który przemienia informacje o wyniku pomiaru doprowadzone z magnetometru, do postaci cyfrowej, przedstawionej w szeregowym kodzie dwójkowodziesiętnym i przesuniętej drogą modulacji fali podnośnej w zakres częstotliwości przenoszonych przez łącze radiotelefoniczne.

Wyjście odbiornika radiotelefonu umieszczonego w punkcie odniesienia dołączone jest do wejścia odbiornika sygnałów cyfrowych. Ponadto do drugiego wejścia odbiornika sygnałów cyfrowych doprowadzone jest wyjście magnetometru. Odbiornik sygnałów cyfrowych przemienia informacje o wynikach obu pomiarów doprowadzone z wyjścia radiotelefonu oraz z magnetometru, do postaci cyfrowej wyrażonej w równoległym kodzie dwójkowodziesiętnym. Informacja ta jest wyświetlana na wskaźnikach cyfrowych oraz rejestrowana na taśmie magnetycznej. Nadajnik i odbiornik sygnałów cyfrowych służą również do generacji i detekcji sygnału synchronizującego momenty początkowe pomiarów w obu magnetometrach. Korzyści techniczne wynikające z wynalazku polegają przede wszystkim na tym, że maksymalna odległość pomiędzy punktami pomiarowymi może być powię-

kszona co najmniej o rząd wielkości, zaś powierzchnia obszaru, którą można objąć pomiarami z jednego punktu odniesienia wzrasta co najmniej o dwa rzędy wielkości.

Ponadto dzięki zastosowaniu łącza radiowego eliminuje się długie kable łączące sondy pomiarowe z magnetometrami co zmniejsza wagę aparatury ułatwiając jej transport i obsługę w trakcie wykonywania pomiarów. Oprócz wymienionych wyżej korzyści wynikających z zastąpienia łączności przewodowej łącznością radiową, dodatkową zaletą urządzenia jest przyjęty sposób transmisji danych pomiędzy punktami pomiarowymi. W dotychczasowym rozwiązaniu łączem przewodowym, to jest kablem sond pomiarowych, transmitowano sygnał precesji. Powodowało to nieuniknione obniżenie stosunku sygnał/szum na wyjściu kabla, a tym samym pogorszenie dokładności pomiaru częstości sygnału precesji. Należy tu zaznaczyć, iż amplituda sygnału precesji indukowanego w cewce sondy jest bardzo mała, rzędu części mikrowolta i zagadnienie uzyskania dostatecznego dużego stosunku sygnału do szumu jest główną trudnością przy budowie czułego i dokładnego magnetometru protonowego.

W urządzeniu według wynalazku poprzez łącze przesyła się gotowy cyfrowy wynik pomiaru. W ten sposób łącze nie ma żadnego wpływu na dokładność pomiaru. Szumy i zakłócenia występujące w łączu mają tu jedynie wpływ na jakość transmisji cyfrowego wyniku pomiaru. Ponieważ wynik ten przesyła się w postaci grupy sygnałów binarnych, to łatwo jest zapewnić praktycznie bezbłędną transmisję nawet przy stosunkowo niskich stosunkach sygnału do szumu na wyjściu łącza, gdyż jak wiadomo, odporność na zakłócenia sygnałów przedstawionych w postaci binarnej jest bardzo duża.

Przedmiot wynalazku zostanie przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy aparatury stanowiącej wyposażenie punktu pomiarowego, badanego, zaś fig. 2 schemat blokowy aparatury należącej do wyposażenia punktu odniesienia.

Aparatura stanowiąca wyposażenie punktu ruchomego składa się z nadajnika sygnałów cyfrowych 1 magnetometru protonowego 2 oraz radiotelefonu 3. Cykl pracy aparatury zostaje zapoczątkowany przez operatora zwarcie styków przycisku 1A co wyzwala uniwibrator 1B, który na swym wyjściu wytwarza impuls wyzwalający pomiar w czasie trwania około 0.25 sekund. Impuls ten doprowadzony do wejścia a przerzutnika bistabilnego 1C ustawia przerzutnik 1C w stan logiczny 1. Pojawienie się stanu 1 na wyjściu przerzutnika 1C powoduje, poprzez wejście b radiotelefonu 3 przełączenie radiotelefonu na nadawanie. Jednocześnie impuls wyjściowy uniwibratora 1B doprowadzony do wejścia b układu sumy logicznej 1D powoduje pojawienie się stanu 1 na wyjściu tego układu, a tym samym na wejściu b iloczynu logicznego 1E. Do drugiego wejścia iloczynu 1E doprowadzony jest sygnał sinsoidalny o częstotliwości 2,34 kHz uzyskany z wyjścia a układu syntezy częstotliwości 1F. Dzięki temu przez cały czas trwania 0,25

sekund impulsu wyzwalającego pomiar na wejściu modulacyjnym a radiotelefonu 3 występuje sygnał sinusoidalny 2,34 kHz. Ponieważ nadajnik radiotelefonu jest włączony, sygnał ten jest transmitowany do bazy. W momencie zakończenia impulsu wyzwalającego pomiar jego tylne zbocze wyzwała poprzez wejście d magnetometru 2 cykl pomiarowy tego przyrządu. Występujący w momencie zakończenia impulsu wyzwalającego pomiar, zanik sygnału modulującego 2,34 kHz na wejściu a radiotelefonu 3 powoduje wygenerowanie w części odbiorczej aparatury bazy krótkiego impulsu uruchamiającego magnetometr bazy. Cykle pomiarowe obu magnetometrów rozpoczynają się więc w tym samym momencie.

W czasie trwania pomiaru do wejścia pięciodekadowego licznika impulsów 1L doprowadzone są impulsy z wyjścia b magnetometru 2. Wyjście b magnetometru połączone jest wewnątrz przyrządu z wejściem licznika magnetometru. Dzięki temu licznik magnetometru i licznik 1L zliczają tę samą liczbę impulsów i po zakończeniu pomiarów stany obu liczników są jednakowe i równe liczbowo wynikowi pomiaru. Wyjścia dwudziestu kolejnych przerzutników licznika 1L dołączone są do dwudziestu równoległych wejść a₁₋₂₀, dwudziestobitowego rejestru przesuwne 1J. Wejście szeregowo d rejestru 1J połączone jest z wyjściem szeregowym rejestru 1K, zaś wyjście szeregowo rejestru 1J z wejściem szeregowym rejestru 1I. W ten sposób rejestry 1K, 1J, 1I połączone są kaskadowo. Rejestr 1K jest rejestrem przesuwym dwudziestobitowym. Jego dwadzieścia wejść równoległych dołączono do dwudziestu wyjść układu kodującego kolejny numer pomiaru 1M.

Układ kodujący numer pomiaru 1M składa się z pięciu dziesięciopozycyjnych przełączników i z odpowiedniej matrycy diodowej kodującej. Ustawiony przez operatora przełącznikami pięciocyfrowy numer kolejny pomiaru zostaje zakodowany przez matrycę diodową i wyprowadzony na wyjścia układu w równoległym kodzie BCD. Rejestr 1I jest rejestrem przesuwym czterobitowym. Do jego czterech wejść równoległych a₁₋₄ doprowadza się stany logiczne 1 i 0 w sposób pokazany na fig. 1. Do wejść zegarowych b wszystkich trzech rejestrów doprowadzone są impulsy zegarowe o częstotliwości 195 Hz uzyskiwane z wyjścia układu syntezy częstotliwości 1F. Do wejść c, sterujących rodzajem pracy rejestru, doprowadzony jest sygnał sterujący z wyjścia uniwibratora 1G. W momencie zakończenia pomiaru magnetometr 2 wytwarza na swym wyjściu a krótki impuls sygnalizujący zakończenie pomiaru. Impuls ten powoduje wyzwolenie uniwibratora 1G, który na swym wyjściu wytwarza pojedynczy impuls o czasie trwania około 0,3 sekundy. Impuls ten powoduje poprzez wejście c przełączenie rejestrów 1K, 1J, 1I ze stanu odpowiadającego równoległemu wpisowi informacji, do stanu w którym następuje szeregowy wypis informacji. Dzięki temu na wejściu a iloczynu logicznego 1H zaczynają pojawiać się z częstotliwością impulsów zegarowych kolejne bity informacji wpisanej do rejestrów.

Ponieważ na drugim wejściu iloczynu logicznego

1H istnieje stan 1, wywołany impusem wyjściowym uniwibratora 1G to bramka iloczynowa 1H przenosi informację z wejścia a do wyjścia. Informacja jest dalej przenoszona przez otwartą bramkę 1D do wejścia b bramki iloczynowej 1E. Ponieważ na drugim wejściu a bramki 1E występuje przebieg sinusoidalny o częstotliwości 2,34 kHz, to na wyjściu bramki 1E uzyskuje się falę 2,34 kHz, o amplitudzie kluczowanej informacji wyprowadzoną z rejestrów. Tak kluczowany przebieg podnośny 2,34 kHz moduluje poprzez wejście a falę nośną nadajnika radiotelefonu 3. W ten sposób blok informacyjny, zawierający cyfrowy wynik pomiaru, zapisany w rejestrze 1J oraz numer kolejny pomiaru, zapisany w rejestrze 1K, zostaje przesłany do punktu odniesienia. Cztery stany logiczne 1011 wpisane do czterobitowego rejestru 1J mają znaczenie pomocnicze i są wykorzystywane w aparaturze odbiorczej do wyróżnienia początku transmitowanego bloku informacyjnego.

Zakończenie impulsu wyjściowego uniwibratora 1G powoduje przełączenie rejestrów w stan wpisu równoległego i są one w ten sposób gotowe do przyjęcia następnego bloku informacyjnego. Jednocześnie tylne zbocze impulsu wyjściowego uniwibratora 1G ustawia przerzutnik 1G, poprzez wejście b w stan 0, co powoduje przełączenie radiotelefonu 3 na odbiór. Do wejścia układu syntezy 1F doprowadza się z wyjścia c magnetometru 2 impulsy o częstotliwości wzorcowej 1560 Hz. W wyniku dzielenia i powielania częstotliwości uzyskuje się na wyjściu układu syntezy 1F impulsy zegarowe o częstotliwości równej $\frac{1560}{8} = 195 \text{ Hz}$

oraz na wyjściu a częstotliwość podnośną równą $\frac{3}{2} \cdot 1560 = 2340 \text{ Hz}$. Aparatura stanowiąca wyposażenie punktu pomiarowego odniesienia składa się z odbiornika sygnałów cyfrowych 1', magnetometru 2' oraz radiotelefonu 3'. Nadana z punktu badanego transmisja cyfrowa o postaci kluczowanej podnośnej 2,34 kHz jest odebrana przez radiotelefon 3' i z jego wyjścia przekazana do wejścia wzmacniacza selektywnego 1J'. Wzmacniacz 1J' jest dostrojony do częstotliwości podnośnej 2,34 kHz i ma szerokość pasma odpowiednią dla przeniesienia nadawanej transmisji cyfrowej. Dla przyjętej szybkości transmisji 200 bitów/sek., wystarcza szerokość pasma wzmacniacza około 300 Hz. Jest to znacznie mniej niż szerokość pasma radiotelefonu 3' wynosząca około 3000 Hz. Dzięki temu na wyjściu wzmacniacza 1J' uzyskuje się stosunek sygnał/szum o rząd wielkości lepszy niż na wyjściu radiotelefonu 3'.

Wzmocniony sygnał o częstotliwości podnośnej podlega detekcji w detektorze amplitudy 1K' a następnie zostaje uformowany do postaci impulsów prostokątnych o stromych zboczach w układzie formowania 1L'. Z wyjścia układu formowania 1L' doprowadza się sygnał do wejść a dwu dyskryminatorów szerokości impulsów 1N' i 1M'. Dyskryminator 1N' służy do wytworzenia impulsu niezbędnego dla rozpoczęcia cyklu pomiarowego magnetometru 2'. Układ dyskryminatora 1N' jest tak zbudowany, że wytwarza na swym wyjściu

krótki impuls w momencie wystąpienia tylnego zbocza impulsu wejściowego doprowadzonego do wejścia a, pod warunkiem, że impuls wejściowy jest dłuższy od około 0,1 sekundy. Dzięki temu układ dyskryminatora 1N' nie reaguje na przypadkowe impulsy wejściowe, powstające w wyniku ewentualnych zakłóceń i szumów na wyjściu radiotelefonu, gdyż są one znacznie krótsze niż 0,1 sekundy. Układ zareaguje natychmiast na impuls wyzwalający pomiar nadany z punktu ruchomego, gdyż czas trwania tego impulsu jest dłuższy niż 0,1 sekundy. W momencie tylnego zbocza impulsu wyzwalającego pomiar powstanie więc na wyjściu układu dyskryminatora 1N' impuls, który doprowadzony do wejścia d magnetometru zainicjuje cykl pomiarowy tego przyrządu.

Dyskryminator szerokości impulsów 1M' działa w sposób analogiczny jak dyskryminator 1N', lecz jego próg dyskryminacji jest ustawiony na wartość około 7 milisekund. Ponadto układ ten posiada dodatkowe wejście b, blokujące działanie dyskryminatora 1M' przy stanie logicznym 0 wejścia b. Dyskryminator 1M' służy do wyróżnienia momentu początku transmisji bloku informacyjnego nadawanego z punktu badanego do punktu odniesienia. Tuż przed blokiem informacyjnym wysyłany jest sygnał zaznaczający początek transmisji, składający się z dwu kolejnych impulsów 1. Czas trwania tego sygnału wynosi więc $2,5 = 10$ milisekund a więc dyskryminator 1M' zareaguje na ten sygnał i wytworzy w momencie zaniku sygnału krótki impuls wyjściowy. Dyskryminator 1M' nie może zareagować na nadany wcześniej impuls wyzwalający pomiar, gdyż jest on w tym czasie zablokowany stanem 0 na wejściu b. Dopiero po zakończeniu impulsu wyzwalającego pomiar, impuls wyjściowy dyskryminatora 1N' wyzwala uniwersalny 1P' co powoduje wygenerowanie na jego wyjściu impulsu o czasie trwania około 5 sekund. Impuls ten zmienia stan logiczny wejścia b dyskryminatora 1N' na 1 i tym samym odblokowuje dyskryminator 1M' umożliwiając jego późniejsze zadziałanie pod wpływem impulsu 10 milisekund, zaznaczającego początek transmisji. Podczas trwania cyklu pomiarowego magnetometru 2' impulsy zliczane przez licznik magnetometru 2 są jednocześnie zliczane przez pięciodekadowy licznik 1P' dzięki połączeniu wejścia b licznika magnetometru 2' z wejściem licznika 1P'. W efekcie liczbowy wynik pomiaru jest przekazany do licznika 1P' a stąd poprzez wejście a₁₋₂₀ do współpracującego z licznikiem dwudziestobitowego rejestru 1U'.

Stan rejestru określający wynik pomiaru natężenia pola w bazie, jest wyświetlany na pięciocyfrowym wskaźniku 1W'. Dla odbioru i zapamiętania bloku informacji przesyłanego z punktu badanego do punktu odniesienia służy rejestr 1S'. Jest to rejestr przesuwany o pojemności 41 bitów. Do jego wejścia szeregowego a doprowadza się odbierane sygnały z wyjścia układu formującego 1L'. Wprowadzenie kolejnych bitów odbieranej informacji do rejestru odbywa się w takt impulsów zegarowych, doprowadzonych do wejścia zegarowe-

go b rejestru, z wyjścia binarnego dzielnika częstotliwości 1T'. Do wejścia b dzielnika 1T' doprowadzone są impulsy o częstotliwości 1560 Hz uzyskiwane z wyjścia c magnetometru 2'. Ponieważ stosunek podziału częstotliwości dzielnika 1T' wynosi 8, to na wejściu b rejestru 1S' uzyskuje się impulsy zegarowe o częstotliwości $1560 : 8 = 195$ Hz. Wpisywanie informacji do rejestru odbiorczego 1S' odbywa się więc z tą samą szybkością, co jej wypisywanie z rejestrów 1K, 1J, 1I nadajnika sygnałów cyfrowych. Dzielnik 1T' posiada wejście blokujące a, dołączone do wyjścia bistabilnego przerzutnika 1X'.

W momencie wystąpienia na wyjściu dyskryminatora 1M' impulsu, przerzutnik 1X' zostaje poprzez wejście a ustawiony w stan 1. Powoduje to odblokowanie dzielnika 1T' i na jego wyjściu pojawiają się impulsy zegarowe. W stanie zablokowanym dzielnik 1T' znajduje się w stanie binarnym 4 i dzięki temu pierwszy kolejny impuls zegarowy pojawia się na wyjściu dzielnika dopiero po czterech impulsach wejściowych, a więc z opóźnieniem około 2,5 milisekund w stosunku do momentu początku transmisji. Uzyskuje się przez to najkorzystniejsze usytuowanie czasowe impulsów zegarowych, które wypadają dokładnie po środku czasu trwania poszczególnych bitów odbieranej informacji. Wyjście szeregowe c rejestru 1S' dołączone jest do drugiego z wejść przerzutnika 1X'. W momencie gdy na ostatniej czterdziestej pierwszej pozycji rejestru pojawi się sygnał wysyłany bezpośrednio przed blokiem informacyjnym, na wyjściu c wystąpi sygnał 1. Sygnał ten wprowadzi przerzutnik 1X' w stan 0 i zablokuje dzielnik 1T', przerywając ciąg impulsów zegarowych i tym samym kończąc wpis informacji do rejestru. Cały przesłany blok informacyjny jest już w tym momencie wpisany do rejestru 1S'. Zawartość rejestru, a mianowicie numer kolejny pomiaru oraz wynik pomiaru w punkcie badanym zostają wyświetlone na dziesięciocyfrowym wskaźniku 1R'.

Urządzenie wyposażone jest w specjalny układ automatycznie informujący operatora w punkcie badanym o warunkach odbioru nadanej przez niego transmisji cyfrowej. Układ ten zawiera dyskryminator amplitudy szumów 1G', do wejścia którego doprowadza się sygnał z wyjścia radiotelefonu 3'. Dyskryminator 1G' składa się z filtru środkowo zaporowego, tłumiącego widmo przesyłanej transmisji cyfrowej, zaś przepuszczającego widmo zakłóceń i szumów, oraz z następującego po filtrze dyskryminatora amplitudy. Jeśli amplituda szumów lub zakłóceń przekroczy żadaną wartość progową, na wyjściu dyskryminatora 1G' występuje impuls. Impuls ten doprowadzony jest do wejścia a przerzutnika bistabilnego 1H'. Do wejścia b przerzutnika 1H' doprowadzony jest impuls z wyjścia dyskryminatora 1M' pojawiający się w momencie początku transmisji, który to impuls ustawia przerzutnik 1H' w stan 1.

Jeśli w czasie trwania transmisji szumy i zakłócenia nie przekroczą żadanej wartości progowej, to stan przerzutnika 1H' nie ulegnie zmianie. W wypadku przeciwnym impuls wyjściowy dyskry-

minatora 1G' ustawi przerzutnik 1H' w stan 0. Wyjście przerzutnika 1H' steruje jednym z wejść bramki iloczynowej 1D'. Do drugiego z wejść tej bramki doprowadza się sygnał z wyjścia przerzutnika 1X'. W momencie zakończenia odbioru transmisji cyfrowej przerzutnik 1X' zmienia swój stan z 1 na 0, a więc na jego wyjściu występuje skok ujemny. Jeśli w czasie transmisji nie było zbyt dużych zakłóceń, to przerzutnik 1H' jest w stanie 1 i bramka 1D' jest otwarta dla ujemnego skoku, występującego na jej wejściu b. Skok ten zostaje wówczas przeniesiony przez bramkę 1L' i wyzwala uniwbibrator 1C'. Uniwbibrator 1C' wytwarza na swym wyjściu impuls o szerokości około 1 sekundy. Impuls ten doprowadzony jest poprzez dwuwejściową bramkę sumacyjną 1B' do wejścia a bramki iloczynowej 1A' oraz do wejścia b radiotelefonu 3'. Pojawienie się impulsu na wejściu a radiotelefonu 3' uruchamia nadajnik radiotelefonu. Do drugiego wejścia b bramki 1A' doprowadza się falę prostokątną o częstotliwości 1560 Hz z wyjścia c magnetometru 2'. Na wyjściu bramki 1A' połączonym z wejściem modulacyjnym a radiotelefonu 3' uzyskuje się więc podczas trwania impulsu wyjściowego uniwbibratora 1C' sygnał o częstotliwości 1560 Hz stanowiący potwierdzenie odbioru. Sygnał ten odebrany przez radiotelefon 3 w punkcie badanym informuje operatora punktu badanego, iż nadana przez niego transmisja cyfrowa odebrana jest prawidłowo. W wypadku gdy poziom zakłóceń lub szumów podczas transmisji cyfrowej był zbyt duży, przerzutnik 1H' zostanie skasowany na stan 0, co spowoduje zamknięcie bramki 1D' i uniwbibrator 1C' nie zostanie wyzwolony, a więc sygnał potwierdzenia odbioru nie zostanie nadany. Operator punktu ruchomego wie wówczas, iż powinien powtórzyć pomiar.

W wypadku pracy na odległościach bliskich granicy zasięgu łącza radiotelefonicznego warunki łączności stają się bardzo znacznie zależne od miejsca ustawienia anteny. Przemieszczając jedną z anten o odległości rzędu jednej czwartej fali, a więc na przykład o kilkadziesiąt centymetrów można, bardzo znacznie zmienić warunki propagacji. Aby w tych warunkach umożliwić operatorowi punktu badanego optymalne ustawienie anteny, przewidziano możliwość automatycznego nadawania przez radiotelefon punktu odniesienia okresowo wytwarzanego sygnału wywoławczego. Automatycznie nadawanie sygnałów wywoławczych uzyskuje się po włączeniu włącznikiem p napięcia zasilającego na układ multiwbibratora astabilnego 1E'. Multiwbibrator 1E' wytwarza na swym wyjściu impulsy o szerokości około 5 sekund powtarzane okresowo co 6 sekund. Impulsy te poprzez bramkę iloczynową 1F' doprowadza się do wejścia a bramki sumacyjnej 1B'. Pojawienie się impulsu na wejściu a bramki 1B' daje skutek identyczny, jak opisane wyżej pojawienie się impulsu potwierdzającego odbiór na wejściu b bramki 1A', to jest przesłanie do punktu badanego sygnału o częstotliwości 1560 Hz. Operator w punkcie badanym słyszy więc okresowo powtarzane sygnały wywoławcze o częstotliwości 1560 Hz i tak

ustawia antenę swego radiotelefonu, aby uzyskać optymalny odbiór tych sygnałów. Po zoptymalizowaniu ustawienia anteny operator uruchamia cykl pracy nadajnika sygnałów w przerwie pomiędzy dwoma kolejnymi sygnałami wywoławczymi, gdyż jedynie wówczas radiotelefon bazy znajduje się na odbiorze. Po odebraniu przez radiotelefon punktu odniesienia impulsu wywoławczego pomiar, impuls wyjściowy uniwbibratora 1I' blokuje poprzez wejście b bramkę 1F', tym samym umożliwiając nadawanie sygnałów wywoławczych przez około 5 sekund, to jest do czasu zakończenia impulsu wyjściowego uniwbibratora 1I'. Dzięki temu w czasie nadawania transmisji cyfrowej radiotelefon punktu odniesienia jest na pewno na odbiorze. Cyfrowe wyniki obu pomiarów natężenia pola geomagnetycznego oraz numer kolejny pomiaru, są w sposób automatyczny rejestrowane na taśmie magnetycznej, przy pomocy odpowiedniego systemu elektronicznego, wbudowanego do odbornika sygnałów cyfrowych 1'.

Próby polowe przeprowadzone na wykonanym modelu urządzenia wykazały, że przy zastosowaniu typowych produkowanych w kraju radiotelefonów FM, maksymalna odległość pomiędzy punktami pomiarowymi wynosi w terenie otwartym nie mniej niż 5 kilometrów, zaś w terenie zalesionym nie mniej niż 1,5 kilometra.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób różnicowych pomiarów natężenia pola geomagnetycznego polegający na pomiarze różnicy natężenia pola magnetycznego w badanym punkcie pomiarowym w stosunku do natężenia pola w punkcie odniesienia przy pomocy dwóch magnetometrów, **znamienny tym**, że sygnał synchronizujący momenty rozpoczęcia pomiarów w obu magnetometrach (2, 2') przesyła się pomiędzy punktem pomiarowym badanym a punktem pomiarowym odniesienia bezprzewodowo, z użyciem łącza radiowego, którym przesyła się następnie cyfrowy wynik pomiaru natężenia pola geomagnetycznego w punkcie badanym do punktu odniesienia dla zarejestrowania obu wyników na wspólnym nośniku.

2. Urządzenie do różnicowych pomiarów natężenia pola geomagnetycznego, wykorzystujące dwa magnetometry, **znamiennie tym**, że zawiera nadajnik sygnałów cyfrowych (1) oraz radiotelefon (3) umieszczone wraz z magnetometrem (2) w punkcie pomiarowym badanym, a także odbiornik sygnałów cyfrowych (1') oraz radiotelefon (3') umieszczone wraz z magnetometrem (2') w punkcie odniesienia, przy czym wyjście (a) magnetometru (2) dołączone jest do wejścia uniwbibratora (1G) nadajnika sygnałów cyfrowych (1), a wyjście (b) magnetometru (2) dołączone do wejścia licznika impulsów (1L), przy czym wyjście (c) jest dołączone do wejścia układu syntezy częstotliwości (1F), zaś wejście (d) magnetometru jest połączone z wyjściem uniwbibratora (1B), ponadto wejście (a) radiotelefonu (3) połączone jest z wyjściem bramki iloczynowej (1E), a wejście (b) radiotelefonu (3) jest połączone z wyjściem przerzutnika (1C), natomiast wejście

(b) radiotelefonu (3') jest połączone z wyjściem bramki sumacyjnej (1B') a wejście (a) radiotelefonu (3') jest połączone z wyjściem bramki iloczynowej (1A'), zaś wejście (d) magnetometru (2') jest połączone z wyjściem dyskryminatora szerokości impulsów (1N'), ponadto wyjście (b) magnetometru (2') dołączone jest do wejścia licznika impulsów (1P') a wyjście radiotelefonu (3') dołączone jest do wejścia wzmacniacza selektywnego (1J') oraz do wejścia dyskryminatora amplitudy (1G').

3. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że nadajnik sygnałów cyfrowych (1) zawiera układ kodujący kolejny numer pomiaru (1M) którego wyjścia dołączone są do wejścia równoległych (a) wielobitowego rejestru przesuwającego (1K) oraz licznik impulsów (1L), którego wejście połączone jest z wejściem licznika magnetometru, zaś wyjście poszczególnych przerzutników licznika (1L) dołączone są do wejść równoległych wielobitowego rejestru przesuwającego (1J) przy czym rejestry (1K) i (1J) połączone są ze sobą szeregowo a ich wyjście dołączone jest do wejścia szeregowego (d) rejestru przesuwającego (1I), którego wejścia równoległe dołączone są do stałych potencjałów o poziomach logicznych 0 i 1, zaś wyjście rejestru (1I) dołączone jest do wejścia (a) bramki iloczynowej (1H) podczas gdy do drugiego wejścia (b) bramki (1H) doprowadzony jest impuls określający czas trwania transmisji cyfrowej, zaś wyjście bramki (1H) dołączone jest do wejścia (a) bramki iloczynowej (1D), ponadto drugie wejście (b) bramki (1D) jest połączone z wyjściem uniwibratora (1B), zaś wyjście bramki (1D) dołączone jest do wejścia (b) modulatora amplitudy lub modulatora kąta (1E), ponadto drugie wejście (a) modulatora jest połączone ze źródłem fali podnośnej, a wyjście bramki (1E) dołączone jest do wejścia modulacyjnego (a) nadajnika radiotelefonu (3).

4. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że odbiornik sygnałów cyfrowych (1') zawiera wzmacniacza selektywny (1J') dostrojony do czę-

stotliwości fali podnośnej, którego wejście dołączone jest do wejścia odbiornika radiotelefonu (3'), zaś wyjście wzmacniacza (1J') dołączone jest do wejścia demodulatora amplitudy względnie demodulatora kąta (1K'), zaś wyjście demodulatora (1K') dołączone jest do wejścia układu formującego (1L') którego wyjście połączone jest z wejściem szeregowym (a) rejestru przesuwającego (1S) oraz z wejściami (a) dyskryminatorów szerokości impulsów (1M') i (1N'), zaś wyjście (c) rejestru (1S) połączone jest z jednym z wejść (b) przerzutnika bistabilnego (1X'), ponadto drugie z wejść przerzutnika (1X') połączone jest z wyjściem dyskryminatora szerokości impulsów (1M'), natomiast wyjście przerzutnika (1X') dołączone jest do wejścia (a) sterującego pracą dzielnika częstotliwości (1T'), którego wyjście dołączone jest do wejścia zegarowego (b) rejestru (1S).

5. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że odbiornik sygnałów cyfrowych (1') zawiera układ automatycznego kontrolowania poziomu zakłóceń i szumów złożony z dyskryminatora amplitudy szumów (1G'), którego wyjście połączone jest z wejściem (a) przerzutnika bistabilnego (1H') podczas gdy drugie wejście (b) przerzutnika (1H') jest połączone z wyjściem przerzutnika (1H') połączone jest z wyjściem dyskryminatora szerokości impulsów (1M'), natomiast wyjście przerzutnika (1H') dołączone jest do wejścia (a) bramki iloczynowej (1D'), ponadto drugie wejście (b) tej bramki jest połączone z wyjściem przerzutnika (1X'), natomiast wyjście bramki (1D') dołączone jest do wejścia uniwibratora (1C') zaś wyjście uniwibratora (1C') połączone jest z wejściem (b) bramki sumacyjnej (1B'), ponadto wyjście bramki (1B') dołączone jest do wejścia (b) radiotelefonu (3') oraz do wejścia (a) bramki iloczynowej (1A') której drugie wejście (b) połączone jest źródłem sygnału częstotliwości akustycznej, a wyjście bramki (1A') dołączone jest do wejścia modulacyjnego (a) nadajnika radiotelefonu (3').

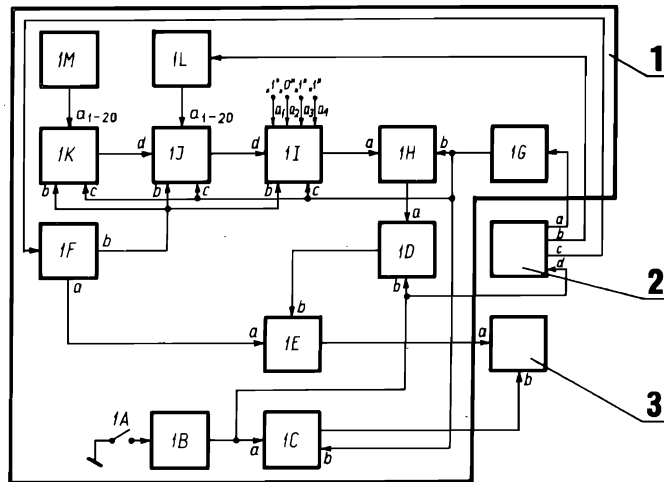


Fig. 1

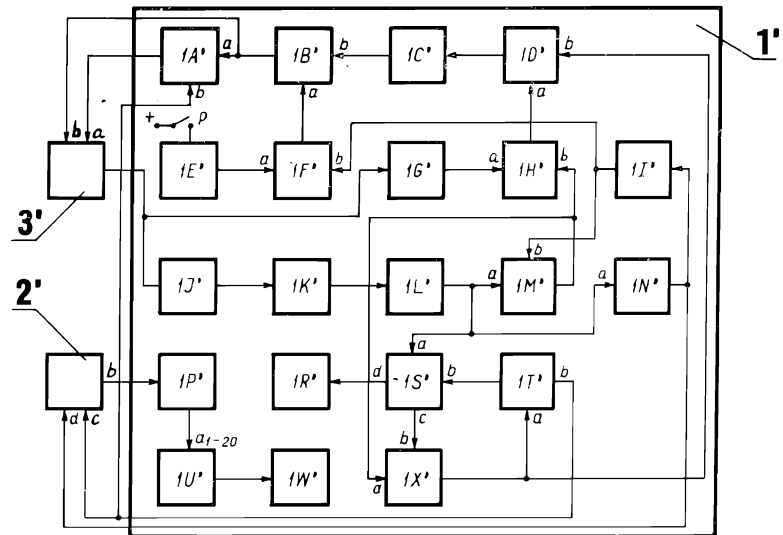


Fig. 2