

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

48 468

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 17. VII. 1962 (P 99 300)

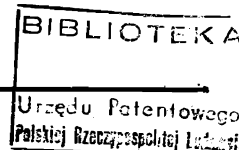
Pierwszeństwo: 20. VII. 1961 Holandia

Opublikowano: 5. X. 1964

Kl. 21 a¹ 36/12

MKP H 03 k 13/00

UKD



Właściciel patentu: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (Holandia)

Układ teletransmisyjny do przesyłania sygnałów przy pomocy kodowanej modulacji impulsów

1

Wynalazek dotyczy układu teletransmisyjnego do przesyłania sygnałów przy pomocy kodowanej modulacji impulsów, oraz nadajnika i odbiornika stosowanego w tym celu, przy czym nadajnik posiada modulator kodowania impulsów dołączony do generatora impulsów, a impulsy wyjściowe tego modulatora są wysyłane do odbiornika wchodzącego w skład całego układu i jednocześnie są one doprowadzane do obwodu porównawczego, zawierającego odbiornik miejscowy, dla wytworzenia napięcia porównawczego, które razem z przesyłanym sygnałem steruje obwodem różnicowym w celu uzyskania napięcia różnicowego, które steruje w modulatorze kodowania transmisję impulsów pochodzących z generatora impulsów.

Wspomniany sposób modulacji jest znany pod nazwą modulacji delta i jest opisany na przykład w belgijskim opisie patentowym 489.207.

Przy stosowaniu kodowanej modulacji impulsów w ogóle, a więc także przy modulacji delta, wskutek kwantowania amplitud powstają różnice między napięciem sygnału odtworzonym po stronie odbiorczej a pierwotnym napięciem sygnału, które to odchylenia powodują powstawanie tzw. szumów kwantowania. Szумы te działają szczególnie zakłócająco przy sygnałach o małym napięciu lub przy niskim poziomie sygnału, przy czym ze względu na kwantowanie amplitudy, przenoszenie sygnałów o niskich napięciach

2

jest niedokładne.

Przy wzroście częstotliwości impulsów w urządzeniu dla modulacji delta wzrasta dokładność odtwarzania a maleje moc szumów kwantowania w obszarze częstotliwości sygnału, przy czym jak to zostało dowiedzione, następuje to proporcjonalnie do trzeciej potęgi maksymalnej częstotliwości impulsów tak, że przy transmisji o wysokiej jakości, konieczne są bardzo wysokie częstotliwości powtarzania impulsów a tym samym szersze pasmo przenoszenia. Tak na przykład aby spełnić zalecenia CCITT stawiane przykłąd połączeniom telefonicznym odnośnie jakości przenoszenia sygnału rozmównego, konieczna jest maksymalna częstotliwość impulsów większa od 120 kHz.

Wynalazek ma na celu stworzenie układu transmisyjnego omawianego rodzaju wraz z stosowanym w nim nadajnikiem i odbiornikiem, przy czym oprócz wyjątkowo prostej budowy osiąga się znacznie dokładniejsze odtwarzanie przenoszonego sygnału oraz znaczne zmniejszenie szumu kwantowania.

Urządzenie według wynalazku charakteryzuje się tym, że układ nadajnika posiada dodatkowo generator napięcia zasilany transmitowanymi sygnałami, którego napięcie wyjściowe jest doprowadzane, jako napięcie sterujące do modulatora kodowania, podczas, gdy w odbiorniku miejscowym oraz w odbiorniku współpracującym z na-

dajnikiem, kodowane impulsy wysyłane z modulatora kodowania impulsów są przyporządkowane modulatorowi impulsów, przy czym energia zawarta w doprowadzonych kodowanych impulsach jest modulowana w modulatorze impulsów przez wygładzoną składową stałą napięcia, pobraną z filtru wygładzającego, do którego dochodzą przesyłane kodowane impulsy.

Zastosowanie środków według wynalazku daje w skutku to, że przy wyjątkowo niskiej częstotliwości impulsów np. przy 40 kHz uzyskuje się jakość transmisji odpowiadającą zaleceniom CCITT dla zwykłych połączeń telefonicznych.

Modulator impulsów mający za zadanie modulację energii zawartej w doprowadzonych kodowanych impulsach, jest zbudowany w postaci modulatora amplitudy impulsów, można jednak w tym celu zastosować również modulację szerokości impulsów.

Wynalazek i jego zalety zostaną wyjaśnione na podstawie rysunku.

Fig. 1a i 1b przedstawiają układ blokowy nadajnika i odbiornika pracujących na zasadzie modulacji delta według wynalazku, fig. 2 i 3 — przebiegi czasowe dla wyjaśnienia urządzeń przedstawionych na fig. 1a i 1b, fig. 4 i 5 — szczegóły nadajnika i odbiornika dla modulacji delta według wynalazku, wykonanych w oparciu o tranzystory, a fig. 6 przedstawia charakterystykę prądowo-napięciową dla wyjaśnienia układu nadajnika przedstawionego na fig. 4.

W nadajniku z modulacją delta, którego układ blokowy jest przedstawiony na fig. 1a, sygnały rozmowne pochodzące z mikrofonu 1 przechodzą przez filtr 2 o paśmie przepuszczania zawartym między 300 i 3400 Hz oraz przez wzmacniacz niskiej częstotliwości 3 i dochodzą do układu różnicowego 4.

Do układu różnicowego 4 dochodzi poza tym przez linię 5 sygnał porównawczy z miejscowego odbiornika 6, dla wytworzenia sygnału różnicowego, który steruje modulatorem kodowania 8 dołączonym do generatora impulsów 7. Sposób otrzymywania sygnału porównawczego zostanie opisany dalej. Generator impulsów 7 dostarcza jednakowo od siebie odległe impulsy o częstotliwości powtarzania większej o pewien współczynnik niż najwyższa przenoszona częstotliwość sygnału rozmownego.

W zależności od biegunowości napięcia układu różnicowego 4, na wyjściu modulatora kodowania 8, występują impulsy pochodzące z generatora impulsów 7, lub też są one tłumione, a otrzymany w ten sposób ciąg impulsów kodowanych jest doprowadzony do regeneratora impulsów 9 dla wyeliminowania zmian amplitudy, czasu trwania, kształtu fali lub chwili występowania impulsów, które to zmiany powstają w modulatorze kodowania 8. Regeneracja następuje na przykład przez zastąpienie doprowadzanych impulsów przez impulsy pochodzące bezpośrednio z generatora impulsów 7. Zregenerowane impulsy, po zmodulowaniu częstotliwością nośną, są wysyłane przez linię 10 do odbiornika przedstawionego na fig. 1b współpra-

cującego z nadajnikiem, a poza tym dochodzą do odbiornika miejscowego 6 w obwodzie porównawczym, który posiada układ całkujący częstotliwości sygnału 11, i posiada stałą czasu na przykład 0,01 sek.

Na wyjściu odbiornika miejscowego 6 powstaje wymienione wyżej napięcie porównawcze, które przez linię 5 jest doprowadzone do układu różnicowego 4.

Opisany obwód ma tendencję do obniżania napięcia różnicowego do zera, przez co sygnał porównawczy pobierany z odbiornika miejscowego 6 w układzie porównawczym jest ilościowym przybliżeniem sygnału wejściowego.

Inaczej mówiąc, tak jak to widać z przebiegu czasowego sygnału porównawczego drga wokół sygnału wejściowego, przy czym rytm tych drgań zależy od częstotliwości powtarzania impulsów. Należy zauważyć, że przy modulacji delta kodowane impulsy przedstawiają zawsze nie chwilową wartość przenoszonego sygnału lecz różnicę między tą chwilową wartością sygnału oraz wartością chwilową ją poprzedzającą, pobieraną z sygnału porównawczego. Wzorzec impulsowy kodowanych impulsów przedstawia w ten sposób krawędź sygnału.

Fig. 1b przedstawia odbiornik zastosowany do współpracy z nadajnikiem według fig. 1a. Impulsy dochodzące przez linię 12, które mogą być zniekształcone, są zastąpione w regeneratorze impulsów 13 przez impulsy wytworzone na miejscu, przy czym regenerator impulsów 13 jest dołączony do miejscowego generatora impulsów 14 zsynchronizowanego z generatorem impulsów w nadajniku. Te zregenerowane impulsy są doprowadzane do układu 15 całkującego częstotliwości sygnału odpowiednio do układu całkującego odbiornika miejscowego w układzie porównawczym nadajnika, przez co na wyjściu układu 15 występuje sygnał odpowiadający sygnałowi porównawczemu w nadajniku. Sygnał przechodzi następnie przez filtr dolnoprzepustowy 16 przepuszczający żądane pasmo częstotliwości rozmownych i tłumiący wyższe częstotliwości, a następnie przez wzmacniacz niskiej częstotliwości 17 połączony z urządzeniem odtwarzającym 18.

Dla wyjaśnienia działania opisanego układu teletransmisyjnego na fig. 2 są przedstawione przebiegi czasowe. Na fig. 2a krzywa a przedstawia transmitowany sygnał rozmowny w skali woltowej, przy czym piłokształtna krzywa b drgająca wokół krzywej a przedstawia napięcie porównawcze na wyjściu układu całkującego 11.

Za każdym razem, gdy napięcie porównawcze b w chwili zaistnienia impulsu pochodzącego z generatora impulsów 7 jest mniejsze od przesyłanego sygnału a, tzn. gdy wystąpi dodatnie napięcie różnicowe, modulator kodowania 8 przepuszcza jeden impuls, który po regeneracji impulsów jest doprowadzany przez linię 10 do współpracującego odbiornika a oprócz tego jest doprowadzony na wejście odbiornika miejscowego 6, przez co napięcie na wyjściu całkującego układu 11 wzrasta o pewną stałą wartość. W następnym okresie czasu napięcie całkującego

układu 11 maleje zgodnie z przebiegiem piłokształtnym, przy czym w zależności od tego czy napięcie różnicowe będzie miało kierunek dodatni czy ujemny, przy wystąpieniu następnego impulsu z generatora impulsów 7, impuls ten zostanie przepuszczony przez modulator kodowania 8 lub stłumiony. W ten sposób w układzie całkującym 11 powstaje napięcie b posiadające przebieg piłokształtny, nakładające się na napięcie różnicowe i tworzące w ten sposób jego przybliżenie.

Fig. 2b przedstawia pełnymi liniami impulsy konieczne do powstawania krzywej przybliżonej lub napięcia porównawczego, natomiast impulsy pochodzące z generatora impulsów 7 tłumione przez modulator kodowania 8 ze względu na brak dodatniego napięcia różnicowego, są zaznaczone na fig. 2b linią przerywaną.

Dla uwidocznienia zachowania się niniejszego urządzenia w przypadku sygnału o małych napięciach a tym samym w przypadku sygnału o niskim poziomie, na fig. 3 są przedstawione przebiegi czasowe odpowiadające przebiegom fig. 2, przy czym krzywa a' przedstawia przenoszony sygnał, który różni się od napięcia rozmownego a z fig. 2a jedynie amplitudą. Amplituda napięcia rozmownego a' jest znacznie mniejsza i stanowi np. jedną dziesiątą napięcia rozmownego z fig. 2a. Napięcie rozmowne a' jest przedstawione w skali dziesiątych części wolta, tzn. że napięcie rozmowne zostało tu uwidocznione w skali dziesięciokrotnej w porównaniu do napięcia rozmownego a z fig. 2a, podobnie jak napięcie porównawcze b' , uzyskiwane przez całkowanie ciągu impulsów. Fig. 3b przedstawia przenoszony ciąg impulsów.

Wskutek kwantowania amplitudy zmniejsza się dokładność przybliżenia napięcia rozmownego a' dla małej amplitudy z powodu napięcia porównawczego b' . W szczególności fragmenty napięcia rozmownego lub samo napięcie rozmowne poniżej wartości progowej, nie będą transmitowane. Przerywana krzywa c' na fig. 3a przedstawia przykładowo składową niskiej częstotliwości całkowanego ciągu impulsów, która jak to widać z fig. 3a, stanowi mało dokładne przybliżenie sygnału rozmownego a' . Poza tym przy napięciu rozmownym o małej amplitudzie szum kwantowania daje szczególnie duże zakłócenia. Szum ten jest niezależny od napięcia rozmownego i w swej wartości bezwzględnej jest stały, tzn. że stosunek między napięciem rozmownym i szumem kwantowania maleje, gdy maleją amplitudy napięć rozmownych.

Oba zjawiska szczególnie zakłócające w wypadku małych amplitud napięcia rozmownego, tzn. niedokładność odtwarzania i malejący stosunek między napięciem rozmownym a szumem kwantowania, w przypadku przeprowadzenia wynalazku ulegają celowo zmniejszeniu, gdyż urządzenie jest wyposażone w generator napięcia dający określony poziom napięcia, zasilany przez transmitowane sygnały rozmowne i składający się z detektora 19 oraz włączonego za nim filtra dolnoprzepustowego 20 o często-

liwości granicznej np. 50 Hz., a napięcie wyjściowe tego generatora jako napięcie sterujące jest doprowadzone przez układ różnicowy 4 do modulatora kodowania 8, przy czym w odbiorniku miejscowym 6 kodowane impulsy wysyłane z modulatora 8 przy pomocy generatora impulsów 9, są doprowadzane do modulatora impulsów 21, w którym energia doprowadzanych kodowanych impulsów, jest modulowana wy-

gładzoną składową napięcia stałego pobieraną z filtra wygładzającego 22 do którego dochodzą transmitowane kodowane impulsy. W przedstawionym urządzeniu modulator impulsów 21 jest wykonany jako modulator amplitudy impulsów natomiast poziom napięcia z generatora napięcia 19, 20 jest doprowadzony do układu różnicowego 4.

Jeżeli w opisanym urządzeniu zamiast sygnału rozmownego do modulatora kodowania przyłożyć napięcie prądu stałego w postaci napięcia o określonym poziomie, przy czym chwilowo pomija się modulator amplitudy impulsów 21, to podobnie jak w wypadku sygnału rozmownego obwód będzie dążył do obniżenia napięcia różnicowego do zera. Tym samym obwód ten dąży do tego, aby napięcie prądu stałego pobierane z odbiornika miejscowego 6 uwarunkowane średnią składową napięcia prądu stałego doprowadzonych kodowanych impulsów, uczynić równym doprowadzanemu napięciu stałemu, tzn., że przy dopływie napięcia prądu stałego liczba kodowanych impulsów przepuszczonych przez modulator kodowania 8 a więc gęstość impulsów, będzie się samoczynnie kształtować tak, że różnicowe napięcie prądu stałego będzie w praktyce równe zeru.

Na wyjściu filtra wygładzającego 22 powstaje, przez wygładzenie wysyłanych kodowanych impulsów, stałe napięcie, które składa się ze składowej stałej zależnej od gęstości impulsów w wypadku braku napięcia z generatora napięcia 19, 20, oraz ze składowej napięcia prądu stałego zmieniającej się wraz z poziomem napięcia, która moduluje w modulatorze amplitudy impulsów 21 amplitudę kodowanych impulsów doprowadzonych do układu całkującego 11, przy czym przedstawiony obwód dąży tak jak i przedtem do tego aby napięcie porównawcze otrzymane przez wygładzenie kodowanych impulsów, których gęstość i amplituda jest przy tym zmieniana, było równe doprowadzanemu napięciu prądu stałego. Aby zapewnić to, żeby napięcie wyjściowe filtra 22 nadążało za zmianami poziomu, częstotliwość graniczna filtra 22 jest co najmniej równa częstotliwości granicznej filtra wyjściowego 20 generatora napięcia 19, 20. Częstotliwość graniczna filtra 22 wynosi np. 100 Hz a filtra wyjściowego 20 generatora 19, 20 np. 50 Hz. W ten sposób w przedstawionym urządzeniu zmiana napięcia prądu stałego doprowadzanego, do modulatora kodowania jest kompensowana przez zmianę gęstości wraz ze zmianą amplitudy kodowanych impulsów doprowadzanych do układu całkującego 11. Dla osiągnięcia transmisji o najlepszej jakości jest korzystnym aby zmianę poziomu napięcia wyrównywać głównie przez zmia-

ne amplitudy kodowanych impulsów doprowadzanych do całkującego układu 11, tzn. należy troszczyć się o to, aby amplituda tych impulsów była w praktyce proporcjonalna do napięcia wyjściowego generatora napięcia 19. Osiąga się to w ten prosty sposób, że do modulatora amplitudy impulsów 21 przez linię 23 doprowadzane jest dodatkowo stałe napięcie odniesienia, określonej wielkości, służące jako napięcie modulujące, które w tym celu przede wszystkim przyporządkowane jest napięciu wyjściowemu filtra 22 w urządzeniu dodającym 24. Wielkość napięcia odniesienia tak jest ustalona, że przy braku sygnału rozmównego w modulatorze amplitudy impulsów, amplituda kodowanych impulsów jest zredukowana np. do 5%. Przy zmianie poziomu napięcia amplituda kodowanych impulsów pobieranych z modulatora impulsów 21 zmienia się w praktyce proporcjonalnie do poziomu napięcia, przy czym występuje również zmiana gęstości impulsów, która w czasie nieobecności sygnału rozmównego jest ustalana przez napięcie nastawiania przechodzące ze źródła napięcia prądu stałego 25 i doprowadzone do układu różnicowego 4, w ten sposób, że gęstość impulsów stanowi trzy dziesiąte gęstości jaka istnieje przy maksymalnej częstotliwości powtarzania impulsów.

Fig. 2c i 3c przedstawiają sygnały rozmówne zaznaczone na fig. 2a i 3a jako a i a' , w skalach różniących się od siebie dziesięciokrotnie. Fig. 2c przedstawia napięcie sygnału a w woltach, a fig. 3c przedstawia napięcie sygnału a' w dziesiątych częściach wolta. Gdy w tym urządzeniu zmniejszać stopniowo poziom sygnału rozmownego a z fig. 2a aż do dziesięciokrotnie mniejszego poziomu sygnału rozmownego a' , to na skutek zmniejszenia się stałego napięcia wyjściowego generatora napięcia 19, jak to było wyjaśnione, zmniejsza się średnia gęstość wysyłanych kodowanych impulsów a tym samym również stałe napięcie wyjściowe filtra wygładzającego 22. Zmiana napięcia prądu stałego powoduje, że amplituda kodowanych impulsów, pobieranych z modulatora amplitudy impulsów 21, maleje w praktyce proporcjonalnie do poziomu napięcia. Tak więc przy transmisji sygnału rozmownego a' z fig. 3c amplituda kodowanych impulsów doprowadzanych do układu całkującego 41 jest praktycznie dziesięciokrotnie mniejsza niż przy transmisji sygnału rozmownego a przedstawionego na fig. 2.

Na fig. 3c i 2c napięcia porównawcze otrzymywane przez całkowanie kodowanych impulsów, których amplituda dla sygnału a' jest dziesięciokrotnie mniejsza od amplitudy sygnału a , są zaznaczone przez krzywą e' względnie e . Z krzywych tych widać natychmiast, że zastosowanie środków według wynalazku pozwala otrzymać znacznie dokładniejsze przybliżenie sygnału rozmownego a' o małej amplitudzie w postaci napięcia porównawczego e' , niż w znanych urządzeniach (porównaj krzywą b' z fig. 3a). Dokładność przybliżenia sygnału rozmownego a i a' przez odpowiednie napięcia porównawcze e i e' , jest w znacznym stopniu niezależna od ampli-

tudy sygnału rozmownego jak to widać z fig. 2c i 3c, a to na skutek dopasowania amplitudy kodowanych impulsów doprowadzanych do układu całkującego, do poziomu sygnału rozmownego.

Na fig. 2d i 3d są zaznaczone przesyłane kodowane impulsy, które w urządzeniu według wynalazku zawierają dwie informacje przesyłanego sygnału rozmownego. Średnia gęstość impulsów przedstawia sobą poziom a obecność lub nieobecność kodowanych impulsów przedstawia sobą przebieg sygnału rozmownego, przez co przesyłane sygnały można odtworzyć z dużą dokładnością.

W odbiorniku przedstawionym na fig. 1b, współpracującym z opisanym nadajnikiem, obie cechy informacji przesyłanego ciągu impulsów są przetwarzane w ten sam sposób, jak w odbiorniku miejscowym zawartym w nadajniku, co w rezultacie pozwala na ponowne uzyskanie przesyłanego sygnału rozmownego. Zregenerowane impulsy pochodzące z regeneratora impulsów 13, są doprowadzane do modulatora amplitudy impulsów 26 a ponadto do filtra wygładzającego 27 którego napięcie wyjściowe, po dodawaniu w układzie 28 do stałego napięcia odniesienia przychodzącego z linii 29, stanowi napięcie modulujące w modulatorze amplitudy impulsów 26. Impulsy wyjściowe modulatora 26 o modulowanej amplitudzie, po zcałkowaniu w układzie całkującym 15 i wygładzeniu w filtrze dolnoprzepustowym 16 doprowadzane są przez wzmacniacz niskiej częstotliwości 17 do urządzenia odtwarzającego. Z fig. 2c i 3c widać, że przenoszone sygnały a i a' są odtworzone z dużą dokładnością niezależnie od poziomu.

Zastosowanie środków według wynalazku poprawia znacznie nie tylko dokładność odtwarzania lecz także w wypadku sygnałów o mniejszej amplitudzie ulega zmniejszeniu zakłócające działanie szumu kwantowania. Przy niskim poziomie sygnału zmniejsza się mianowicie proporcjonalnie amplituda kodowanych impulsów a tym samym i szum kwantowania. Przy transmisji sygnału rozmownego a' z fig. 3c, amplituda kodowanych impulsów powstających w modulatorze amplitudy impulsów 26 jest dziesięciokrotnie mniejsza niż przy sygnale rozmównym a z fig. 3a, oznacza to, że amplituda szumu kwantowania przy przenoszeniu sygnału rozmownego a' zmniejszyła się dziesięciokrotnie, a tym samym moc zmniejszyła się stukrotnie.

Przy zachowaniu wszystkich zalet transmisji przy pomocy kodowanych impulsów, ulegają zmniejszeniu jej wady wynikające z koniecznego, w wypadku takiej transmisji, kwantowania amplitudy i związanego z tym zakłócającego działania szumu kwantowania, a także zmniejsza się znacznie niedokładność odtwarzania. Przy zastosowaniu środków według wynalazku, uzyskuje się znaczną poprawę jakości transmisji wynoszącą więcej niż 25db, co odpowiada wymaganiom CCITT odnośnie jakości połączeń telefonicznych, przy użyciu bardzo niskich maksymalnych częstotliwości powtarzania impulsów rzędu 40 kHz, które to wymagania w przypadku znanych urzą-

dzeń modulacji delta mogą być spełnione dopiero przy częstotliwości powtarzania impulsów większej od 120 kHz. Zaskakująca jest również prostota środków potrzebnych do uzyskania tej znacznej poprawy tak, że to urządzenie ulepszone pod względem technicznym i naukowym, nadaje się doskonale do zastosowania praktycznego.

Oprócz opisanej powyżej znacznej poprawy jakości cechującej modulację kodowaną, omawiane urządzenie umożliwia w prosty sposób uzyskanie optymalnych warunków transmisji w całym paśmie częstotliwości, niezależnie od częstotliwości różnowarnej przez doprowadzenie sygnałów różnowarnej, poprzez układ różniczkujący lub opóźniający 30, do generatora napięcia 19, co tłumaczy się w ten sposób, że przy modulacji delta wysyłane kodowane impulsy charakteryzują nachylenie przenoszonego sygnału. Opisane urządzenie daje w ten sposób znaczną poprawę jakości wynoszącą więcej niż 30 db. co zostało potwierdzone pomiarami.

Należy zauważyć, że zamiast połączenia generatora napięcia 19, 20 z układem różnicowym 4, można zastosować włączenie generatora w innym punkcie w obwodzie między wyjściem modulatora amplitudy 21 a wejściem modulatora kodowania 8, co odnosi się również do napięcia nastawiania ze źródła napięcia prądu stałego 25. Ze względów praktycznych korzystne jest, gdy generator napięcia 19, 20 jest połączony bezpośrednio z wejściem całkowitego układu 11, co na fig. 1a jest zaznaczone linią przerywaną.

Na fig. 4 jest przedstawiony nadajnik dla modulacji delta według wynalazku, wykonany przy zastosowaniu tranzystorów.

Nadajnik zawiera modulator kodowania 31 do którego zacisku wejściowego 32 są doprowadzone impulsy w jednakowych odstępach pochodzące z generatora impulsów, a ponadto posiada generator impulsów 33, obwód porównawczy z układem całkowitym 34 i układem różnicowym 35, który przy tym wykonaniu posiada oporność 36, do której przez transformator 37 doprowadzone są transmitowane sygnały różnowarnej, a przez linię 38 są doprowadzone napięcia porównawcze.

Napięcie różnicowe jest dodawane ze stałym napięciem nastawiania w stopniu tranzystorowym, zawierającym dwa tranzystory 39, 40 ze wspólną opornością emitera 41, przy czym do bazy transformatora 39 jest doprowadzone napięcie różnicowe a do bazy tranzystora 40 napięcie nastawiania które jest pobierane z diodnika napięcia 42 włączonego między zaciski 43, 44 źródła napięcia zasilającego.

Dla sterowania modulatora kodowania 31 kolektory dwóch tranzystorów 45, 46 włączonych jako wzmacniacze nieliniowe są dołączone do baz tworząc układ relaksacyjny o dwóch położeniach równowagi, przy czym kolektory i bazy obu tranzystorów są połączone ze sobą na krzyż, poprzez oporność, a emiter jest dołączony do wspólnej oporności emitera 47.

Na kolektorach tranzystorów 39, 40 występuje przeciwnoobne napięcie wyjściowe, przy czym w

zależności od biegunowości różnicy napięcia między napięciami na kolektorach, przewodzi prąd albo tranzystor 45 albo tranzystor 46, natomiast z kolektora tranzystora 46 jest pobierane przez oporność 48 napięcie sterujące dla modulatora kodowania 31.

Modulator kodowania zawiera dwa tranzystory 49, 50 połączone szeregowo, między którymi włączone jest pierwotne uzwojenie transformatora 51, przy czym do bazy tranzystora 50 są doprowadzone z generatora impulsów, impulsy o stałym odstępie i ujemnej biegunowości, które nie są jednak przenoszone przez transformator 51, gdy tranzystor 49 jest przewodzący wskutek dodatniego napięcia sterującego przyłożonego do jego bazy. Gdy jednak przez oporność 48 do bazy tranzystora 49 zostanie przyłożone napięcie dodatnie względem jego emitera, to impulsy występujące na bazie tranzystora 50 wystąpią wzmocnione na transformatorze 51 i przez diodę 52 działającą jako układ wartości progowej, są one doprowadzone do generatora impulsów 33.

Generator impulsów 33 zawiera tranzystory 53, 54 sprzężone krzyżowo, połączone w układ generatora drgań relaksacyjnych. Obwody kolektorowe tranzystorów 53, 54 zawierają oporności 55, 56. Baza tranzystora 54 jest sprzężona kondensatorem 57 z kolektorem tranzystora 53, a baza tranzystora 53 jest sprzężona dzielnikiem napięcia 57, 58, 59 bezpośrednio z kolektorem tranzystora 54. Emitery obu tranzystorów 54, 53 są dołączone do napięcia polaryzującego, pochodzącego z diody Zenera 60, natomiast baza tranzystora 54 jest dołączona przez oporność 61 do ujemnego zacisku 43 źródła napięcia zasilającego tak, że jest pewne, iż w stanie spoczynkowym tranzystor 54 przewodzi prąd a tranzystor 53 jest zablokowany.

Sposób działania opisanego urządzenia z dwoma krzyżowo sprzężonymi tranzystorami 53, 54 jest znany tak, że nie wymaga dalszych wyjaśnień. Za każdym razem, gdy na bazie tranzystora 53 wystąpi przez transformator 51 impuls o ujemnej biegunowości, regenerator impulsów przechodzi w swoje położenie robocze, przy czym tranzystor 53 jest przewodzący a tranzystor 54 zablokowany. Stan ten utrzymuje się tylko przez czas określony stałą czasową obwodu utworzonego przez kondensator 57, opornik 56 i opornik 61, po czym opisany obwód powraca ponownie do położenia spoczynkowego. Zregenerowane impulsy pobrane z regeneratora impulsów 33 są doprowadzone do dalszej transmisji do tranzystora 62 włączonego jako wzmacniacz wyjściowy i posiadający zacisk wyjściowy 100, a poza tym są doprowadzone do odbiornika miejscowego znajdującego się w obwodzie porównawczym. Impulsy regeneratora uzyskiwane z oporności 55 są doprowadzone przez opisany poniżej tranzystor 64 do tranzystora 65, który w obwodzie kolektora posiada układ całkowity 34 dla wytwarzania napięcia porównawczego, które przez przewód 38 jest doprowadzone do układu różnicowego 36. Zastosowany układ całkowity jest te-

go rodzaju co układ opisany szczegółowo w brytyjskim opisie patentowym 691.824. Zawiera on połączenie kaskadowe pierwszego układu całkującego 66 o stałej czasowej równej prawie jednemu okresowi najniższej częstotliwości rozmównej, oraz drugiego układu całkującego 67 o znacznie mniejszej stałej czasowej, który całkuje częstotliwości impulsów.

Jak to opisano na podstawie fig. 1a, z omawianego obwodu są pobierane impulsy kodowanej modulacji, przy czym ich występowanie lub ich brak jest uwarunkowany biegunowością różnicy napięcia między sygnałem rozmównym i sygnałem porównawczym. Gęstość wysyłanych kodowanych impulsów może być regulowana przez napięcie nastawiania, które przez dzielnik napięcia 42 jest doprowadzane do bazy tranzystora 40.

Dla poprawienia jakości transmisji, opisany nadajnik pracujący przy użyciu modulacji delta, zawiera poza tym generator napięcia 68 zasilany przez układ różniczkujący transmitowanymi sygnałami, a ponadto zawiera filtr wygładzający 69 dla wygładzenia kodowanych impulsów, oraz modulator amplitudy impulsów 70, które to elementy zostaną poniżej kolejno opisane.

W omawianym urządzeniu sygnały rozmówne doprowadzone do transformatora 37, dochodzą do generatora 68 przez układ różniczkujący utworzony przez kondensator 71 i opornik 72 o stałej czasowej na przykład 10^{-4} sek. Generator napięcia 68 warunkujący poziom napięcia, jest utworzony przez wzmacniacz tranzystorowy 74, którego obwód kolektora jest sprzężony z prostownikiem w układzie przeciwsobnym o dwóch elementach prostowniczych 75 i 76 i filtrze wyjściowym 77, przy czym napięcie wyjściowe tego generatora 68 jest doprowadzone przez tranzystor 65 do obwodu wyjściowego układu całkującego 34. Filtr wyjściowy 77 prostownika składający się z oporności i kondensatora, ma na przykład częstotliwość graniczną 50 Hz.

Aby osiągnąć napięcie prądu stałego zmieniające się wraz z gęstością wysyłanych kodowanych impulsów, w obwodzie kolektora wzmacniacza wyjściowego 62 znajduje się filtr wygładzający 69 składający się z oporników i kondensatorów, który posiada np. częstotliwość graniczną 100 Hz. W opisanym urządzeniu, na napięcie wyjściowe filtru wygładzającego 69 zostają nałożone przez diodę 78 impulsy pobierane z generatora impulsów 33, które są doprowadzane do diody 78 przez kondensator 79. Ciąg impulsów nałożony na napięcie wyjściowe filtru wygładzającego 69, jest doprowadzony do tranzystora 64, który tak jest blokowany przez napięcie odniesienia występujące w obwodzie emitera, że przy braku napięcia pochodzącego z generatora 68, przepuszczany zostaje tylko niewielki ułamek amplitudy impulsów doprowadzonych do tranzystora. Napięcie odniesienia jest pobierane z diody Zenera 80 połączonej przez opornik 81 z ujemnym zaciskiem 43 źródła napięcia zasilającego.

Dla wyjaśnienia sposobu działania modulatora amplitudy impulsów na fig. 6 jest przedstawiona charakterystyka prądu kolektora I_c jako funkcja napięcia bazy V_b tranzystora 64 po czym V_z oznacza napięcie blokujące wywołane przez diodę Zenera 80. Przy braku napięcia V_g z generatora napięcia 68 kodowane impulsy doprowadzane do tranzystora 64 są w znacznej części tłumione, np. do 5%, co jest zaznaczone przez impuls I_1 natomiast gdy występuje napięcie V_g , to kodowane impulsy nakładają się na to napięcie (porównaj impuls I_2), wskutek czego przepuszczona część kodowanego impulsu zwiększa się o wielkość napięcia V_g . Na kolektorze tranzystora 64 występuje więc ciąg kodowanych impulsów, który, jak to jest wyjaśnione na podstawie fig. 1a i jak to jest przedstawione na fig. 6, zmienia swą amplitudę proporcjonalnie do amplitudy napięcia V_g a po dojściu do układu całkującego 34 dostarcza napięcia porównawczego stanowiącego dokładne przybliżenie przenoszonego sygnału rozmownego.

Fig. 5 przedstawia tranzystorowy odbiornik współpracujący z opisanym nadajnikiem.

Przy tym wykonaniu, zregenerowane impulsy doprowadzone do zacisków wejściowych 82, 83 są doprowadzone do układu złożonego z kondensatora 84 i diody 85, który powoduje że podstawa zregenerowanych kodowanych impulsów, pokrywa się z napięciem ujemnego zacisku 86 źródła zasilania. Otrzymane w ten sposób kodowane impulsy są doprowadzone w układzie równoległym do dwóch wzmacniaczy tranzystorowych 87, 88, przy czym obwód kolektora wzmacniacza 88 zawiera filtr wygładzający 89 złożony z oporników i kondensatorów, dla uzyskania napięcia prądu stałego zmieniającego się z gęstością impulsów. W sposób opisany na fig. 4, na napięcie wyjściowe filtru 89 nakładają się przez kondensator 91 i diodę 90 kodowane impulsy pobrane ze wzmacniacza tranzystorowego 87, i są doprowadzone do tranzystora 92, który jest blokowany przez napięcie odniesienia, czynne w obwodzie emitera. Podobnie jak w wypadku odbiornika miejscowego, w nadajniku według fig. 4 to napięcie odniesienia jest pobierane z diody Zenera 93, która przez opornik 94 jest połączona z ujemnym zaciskiem 26 źródła zasilania.

W obwodzie kolektora tranzystora 92, jak to przedstawia fig. 6, występują kodowane impulsy o modulowanej amplitudzie, które są doprowadzane przez tranzystor 95 do układu całkującego 96, który jest wykonany w ten sam sposób co układ całkujący 34 w odbiorniku miejscowym nadajnika.

Napięcie wyjściowe całkującego układu 96 po wzmożeniu niskiej częstotliwości we wzmacniaczu 97 jest doprowadzone przez filtr dolnoprzepustowy 98 do urządzenia odtwarzającego, a jak to jest przedstawione na fig. 1 i fig. 2 i 3 przez zastosowanie środków według wynalazku, uzyskuje się znaczną poprawę jakości transmisji.

Przy opisanym wykonaniu urządzenia, aby uzyskać bardzo dobrą jakość odtwarzania, nie

trzeba stawiać żadnych specjalnych wymagań względem modulatorów amplitudy impulsów 21, 26 po stronie nadawczej i odbiorczej, o ile tylko charakterystyki obu tych modulatorów 21, 26 są sobie równe.

Należy zauważyć, że zamiast modulatorów amplitudy impulsów 21, 26 według fig. 1a i 1b, w urządzeniu według wynalazku można zastosować również modulator czasu trwania impulsów który może być wykonany w znany sposób. W tym celu kodowane impulsy wzbudzające, mogą być na przykład doprowadzone do jednostanowowego generatora drgań relaksacyjnych, przy czym napięcie wyjściowe filtru wygładzającego jest przyłożone do generatora drgań relaksacyjnych, jako napięcie nastawiania. W tego rodzaju urządzeniach powstają kodowane impulsy, których czas trwania zmienia się zgodnie z poziomem napięcia, a impulsy te, po zcałkowaniu w układzie całującym dają ten sam wynik co kodowane impulsy przy modulacji amplitudy w przypadku poprzednio omówionego wykonania.

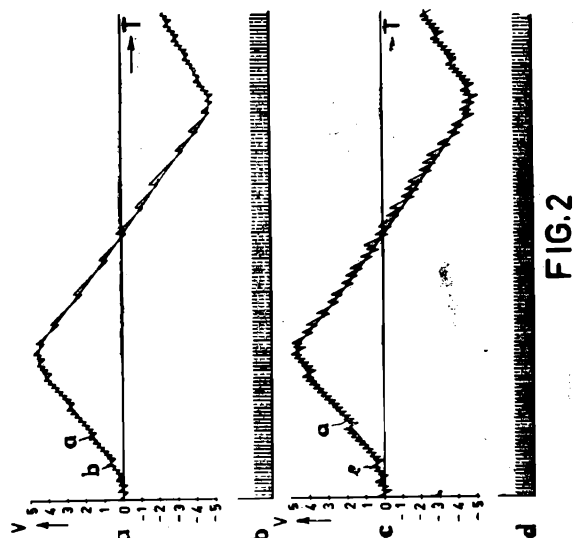
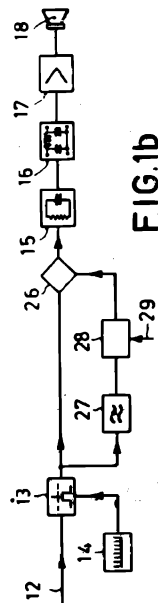
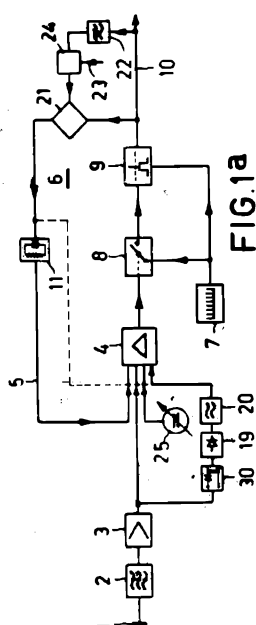
W końcu należy zauważyć, że środki według wynalazku mogą być zastosowane nie tylko w układach stosujących modulację delta, w których przebieg transmitowanego sygnału charakteryzuje się występowaniem lub brakiem kodowanych impulsów, lecz także przy układach stosujących modulację delta, w których transmitowany sygnał charakteryzuje się impulsami o różnej biegunowości.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ teletransmisyjny do przesyłania sygnałów za pomocą kodowanej modulacji impulsów, który w nadajniku posiada modulator kodowania dołączony do generatora impulsów, a impulsy wyjściowe z tego modulatora są wysyłane do odbiornika współpracującego z nadajnikiem i oprócz tego są doprowadzone do obwodu porównawczego, zawierającego odbiornik miejscowy, dla wytworzenia napięcia porównawczego, przy czym napięcie porównawcze wspólnie z przenoszonym sygna-

łem steruje układem różnicowym dla uzyskania napięcia różnicowego, które steruje przenoszeniem impulsów pochodzących z generatora impulsów, znamienny tym, że układ nadajnika posiada dodatkowy generator napięcia (19, 20) zasilany przenoszonymi sygnałami, którego napięcie wyjściowe jest doprowadzone do modulatora kodowania (8) jako napięcie sterujące, natomiast w odbiorniku miejscowym (6) oraz w odbiorniku współpracującym z nadajnikiem kodowane impulsy wysyłane z modulatora kodowania są doprowadzane do modulatora impulsów (21) lub (26), w którym zawartość energii doprowadzonych kodowanych impulsów jest modulowana wygładzoną składową napięcia prądu stałego, pobieraną z filtru wygładzającego (22) lub (27), do którego dochodzą przenoszone kodowane impulsy.

2. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że ma układ różnicujący (30) przez który przenoszone sygnały są doprowadzane do generatora napięcia (19, 20).
3. Układ według zastrz. 1 lub 2, znamienny tym, że generator napięcia ma filtr wyjściowy (20) o częstotliwości granicznej około 50 Hz.
4. Układ według zastrz. 1, 2, lub 3, znamienny tym, że do modulatora kodowania (8) dołączone jest źródło napięcia prądu stałego (25).
5. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że modulator kodowania impulsów (21, 26) wykonany jest jako modulator amplitudy impulsów.
6. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że modulator impulsów (21, 26) wykonany jest jako modulator czasu trwania impulsów.
7. Układ według zastrz. 1 lub 5, 6, znamienny tym, że filtr wygładzający (22, 27) przyłączony na wejściu modulatora impulsów (21, 26) ma częstotliwość graniczną 100 Hz.
8. Układ według zastrz. 1 lub 5, 6 lub 7, znamienny tym, że na wyjściu modulatora impulsów (21, 26) przyłączone jest razem z filtrem wygładzającym (22, 27) źródło napięcia odniesienia (23, 29).



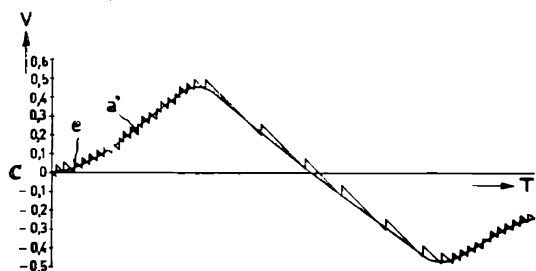
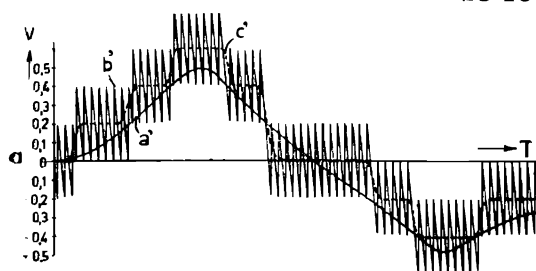


FIG 3

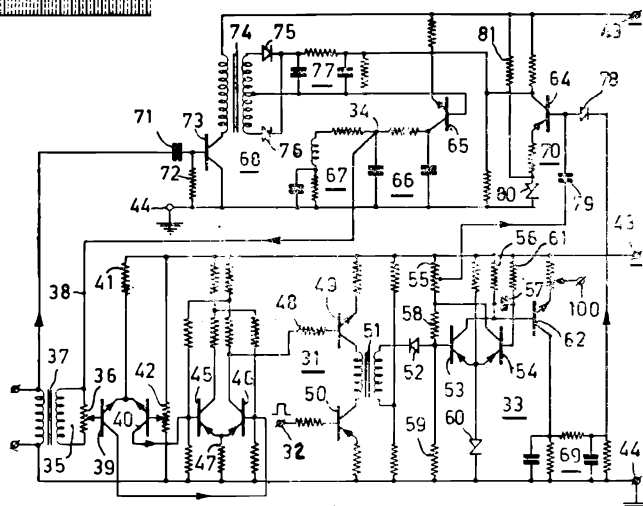


FIG. 4

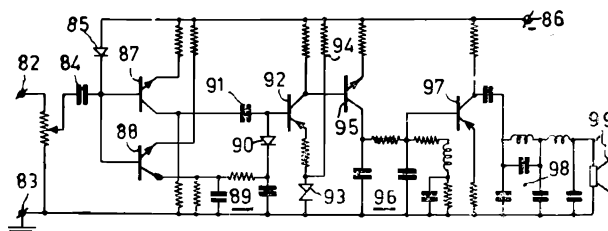


FIG. 5

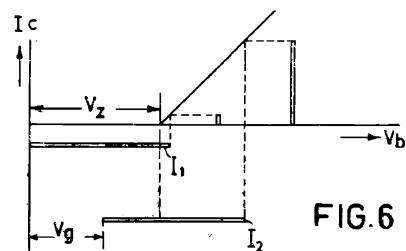


FIG. 6