



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 22.05.75 (P. 180594)

Pierwszeństwo: 24.05.74 Francja

Zgłoszenie ogłoszono: 04.01.77

Opis patentowy opublikowano: 30.04.1982

Int. Cl.⁸ H04B 3/20
H04M 1/00

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
P. O. Box 1000, 00-100 Warszawa

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Compagnie Industrielle des Telecommunications
CIT-ALCATEL, Paryż (Francja)

Układ eliminatora echa

1

Przedmiotem wynalazku jest układ eliminatora echa, znajdującego się w obwodzie transmisji sygnałów o częstotliwości akustycznej, w dwukierunkowej sieci telefonicznej.

Jak wiadomo, w liniach telefonicznych, posiadających łącza dwu- i cztero-torowe połączone w transformatorze różnicowym, w linii emisji pojawiają się sygnały echa, będące wynikiem fal odbitych powstających w łączy wskutek niejednorodności toru, niedostatecznego zrównoważenia toru lub niedopasowaniu wzmacniaków do toru. Eliminatory echa, włączony w czterotorowe łącze po stronie transformatora różnicowego, ma za zadanie zredukować sygnał echa pojawiający się w linii emisji, aby zachować prawidłową jakość transmisji.

Działanie eliminatora echa jest oparte na fakcie, że można traktować drogę przesyłową sygnału echa jako filtr i że ten sygnał echa $y(t)$ jest uzyskiwany z analizy odpowiedzi impulsowej $h(t)$ tej drogi przesyłowej sygnału $x(t)$, wysyłanego przez oddalonego abonenta.

Znany z francuskiego opisu patentowego nr 2 162 162 eliminator echa typu cyfrowego, stanowi zasadniczo filtr poprzeczny o odpowiednich współczynnikach wagowych.

Filtr poprzeczny pozwala wytworzyć sztuczne echo $\hat{y}(t)$, ze skończonej liczby, przyjmijmy N , współczynników wagowych filtracji przedstawiającej próbki odpowiedzi impulsowej drogi prze-

2

syłowej sygnału echa $h(t)$ oraz z takiej samej liczby próbek $X(t)$ otrzymanego sygnału $x(t)$, pobieranych kolejno i opóźnianych. Ten sygnał echa sztucznego $\hat{y}(t)$ jest odejmowany od sygnału echa rzeczywistego $y(t)$, występującego w linii emisji.

Znany eliminator zawiera pamięć rejestrującą N numerycznych próbek otrzymywanego od abonenta sygnału $x(t)$, które to próbki pobierane są w określonym przedziale czasu T . Eliminatory ten zawiera również drugą pamięć, która rejestruje odwzorowanie numeryczne impulsowej odpowiedzi drogi przesyłowej sygnału echa, pod postacią N współczynników wagowych filtracji. Ponadto eliminator echa zawiera obwody dokonujące analizy zawartości tych dwóch pamięci, z których to obwód mnożenia dokonuje N mnożeń zawartości pobranych po dwie z tych pamięci, obwód sumatora dokonuje sumowania wypadkowych iloczynów wytwarzając sygnał echa sztucznego $\hat{y}(t)$. Echo szcztatkowe $\varepsilon(t)$ stanowi różnicę pomiędzy sygnałem echa rzeczywistego $y(t)$ i sygnałem echa sztucznego $\hat{y}(t)$.

Dla zmniejszenia do minimum echa szcztatkowego $\varepsilon(t)$ obwody analizy zawierają pętlę kontroli dopasowania wartości współczynników wagowych filtracji odpowiadających sygnałowi echa szcztatkowego $\varepsilon(t)$ i otrzymywanemu od abonenta sygnałowi $x(t)$.

W znanym z francuskiego opisu patentowego nr 2 162 162 eliminatorze echa pętla kontroli dopa-

sowania obejmuje dwa progowe obwody graniczne. Jeśli wartość bezwzględna echa szczątkowego przekracza minimalną amplitudę stanowiącą pierwszą wartość progową, wówczas jeden z obwodów granicznych wytwarza sygnał echa szczątkowego $\varepsilon(t)$. Jeśli wartość bezwzględna próbki otrzymywanego od abonenta sygnału $x(t)$ jest większa od drugiej progowej wartości, wówczas drugi progowy obwód dostarcza sygnał otrzymywany od abonenta $x(t)$. Jeśli obydwa wymienione warunki są spełnione, to detektor sygnałów określa znak iloczynu sygnałów $\varepsilon(t)$, $x(t)$, aby dodać lub odjąć składnik korekcyjny do próbek odpowiadzi impulsowej drogi przesyłowej sygnału echa. Amplituda tego składnika korekcyjnego może być wielkością stałą, lub też wielkością zmienną i w tym drugim przypadku jest określana przez porównanie poczynając od bezwzględnej wartości sygnału echa szczątkowego, z kilkoma kolejnymi poziomami progowej amplitudy, wyższej od minimalnej amplitudy, stanowiącej pierwszą wartość progową.

Układ eliminatora echa, według wynalazku stanowiący filtr poprzeczny wytwarzający sygnał echa sztucznego ze skończonej liczby współczynników wagowych filtracji odpowiadających próbkom odpowiedzi impulsowej drogi przesyłowej sygnału echa oraz takiej samej liczby n — bitowych próbek sygnału otrzymywanego od dalekiego abonenta, zawiera pamięć rejestrującą próbki otrzymywanego sygnału, próbkowego w określonym przedziale czasu, zawiera drugą pamięć rejestrującą odwzorowanie numeryczne impulsowej odpowiedzi drogi przesyłowej sygnału echa w postaci współczynników wagowych filtracji, zawiera obwody mnożenia i sumowania, dokonujące analizy zawartości tych dwóch pamięci i wytwarzające n — bitowy sygnał echa szczątkowego, stanowiący różnicę pomiędzy sygnałem echa rzeczywistego i sygnałem echa sztucznego.

Obwody analizy zawierają pętlę kontroli dopasowania wartości współczynników wagowych filtracji. Układ według wynalazku charakteryzuje się tym, że pętla kontroli dopasowania obejmuje obwód sumowania, którego n wyjść jest dołączonych do n pierwszych wejść pierwszego obwodu mnożenia i jednocześnie do n wejść rejestru przesuwającego, doprowadzając do tych wejść sygnały odpowiadające współczynnikom wagowym filtracji. Przy tym $(n+m)$ pierwszych wejść obwodu sumowania jest połączonych z wyjściami rejestru przesuwającego, a kolejnych $(n+m)$ drugich wejść obwodu sumowania jest połączonych z wyjściami drugiego obwodu mnożenia, doprowadzającymi sygnał echa szczątkowego mnożony przez współczynnik α o wartości bezwzględnej bliskiej zera i opatrzone znakiem, przy czym m jest liczbą bitów niezbędnych do przedstawienia odwrotności tego współczynnika α .

Korzystnie część drugich wejść obwodu sumowania jest połączonych z wyjściami obwodu logicznego, którego wejścia są połączone z wyjściami subtraktora cyfrowego, na których występują sygnały echa szczątkowego oraz z dwoma wyjściami detektora progowego, na których występuje syg-

nał charakterystyczny dla działania obwodu transmisji w systemie prostej rozmowy oraz drugi sygnał charakterystyczny dla działania w systemie podwójnej rozmowy.

Korzystnie drugi obwód mnożenia jest zrealizowany na elemencie logicznym ALBO.

Układ eliminatora echa, w którym $(n+m)$ — bitowe współczynniki wagowe filtracji, gdzie m bitów przedstawia część dziesiętną, są korygowane przez inkreментy lub dekrementy uzyskane przez przemnożenie echa szczątkowego przez współczynnik α bliski zeru, zapewnia dokładne obliczenie każdego nowego współczynnika wagowego filtracji oraz dokładną znajomość niewielkiego błędu, tak obliczonego nowego współczynnika wagowego.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu eliminatora echa, fig. 2 — fragment układu eliminatora według fig. 1, a fig. 3 przedstawia szczegółowo obwód logiczny wchodzący w skład eliminatora echa.

Układ eliminatora echa włączony jest po stronie transformatora różnicowego 1, łączącego dwukierunkowe, dwutorowe łącze 2 z czterotorowym łączem utworzonym z dwóch jednokierunkowych torów 3 i 4 dla odbioru i emisji. To czterotorowe łącze łączy dwutorowe łącze 2 z innym nie przedstawionym dwutorowym łączem poprzez odpowiedni nie przedstawiony transformator różnicowy, tworząc łącze telefoniczne między dwoma stanowiskami abonentckimi, zainstalowanymi w łączach dwutorowych.

Pojedynczy przetwornik analogowo-cyfrowy 5, zapewnia przetworzenie na n bitów próbek odbieranego od abonenta sygnału $x(t)$ i sygnału echa $y(t)$, po spróbkowaniu tych sygnałów odpowiednio w obwodach próbkujących 6 i 7.

Pierwsza zwrotnica 8 kieruje spróbkowane sygnały na przetwornik analogowo-cyfrowy 5, a druga zwrotnica 9 kieruje cyfrową już postać odbieranego sygnału $X(t)$ do pierwszej pamięci 10, którą tworzy rejestr przesuwany o pojemności N próbek, a sygnał echa do drugiej pamięci 11, która rejestruje postać cyfrową próbek sygnału echa $Y(t)$.

Sygnał echa sztucznego, oznaczony jako $\hat{y}(t)$ dla okresu próbkowania T sygnału odbieranego $x(t)$ uzyskuje się przez kolejne mnożenie w pierwszym obwodzie mnożenia 12, który mnoży N próbek $X(t)$ i współczynników wagowych C_i odpowiedniego rzędu, a następnie sumowanie w pierwszym obwodzie sumowania 13, który sumuje N wyników $C_i X(t)$. Sygnał echa szczątkowego $\varepsilon(t)$ jest obliczany w cyfrowym subtraktorze 14 w wyniku porównania sygnału echa sztucznego $\hat{y}(t)$ i sygnału echa rzeczywistego $y(t)$.

W rejestrze przesuwającym 15 jest zapamiętanych N współczynników wagowych filtracji $C_1 \dots C_N$. Podczas każdego okresu próbkowania T zawartość pierwszej pamięci 10 i rejestru przesuwającego 15 są mnożone w pierwszym obwodzie mnożenia 12, a suma tych wyników jest obliczana w pierwszym obwodzie sumowania 13.

W obwodzie sumowania 13 powstaje sygnał sztucznego echa $\hat{y}(t)$, który w chwili t ma postać:

$$\hat{y}(t) = \sum_{i=1}^N C_i X(t - iT) = C_1 X(t) + \dots + C_N X(t - NT)$$

Sygnał echa szczątkowego $\hat{y}(t)$ pozwala wnioskować o wielkości echa rzeczywistego i w rezultacie można przekazywać tylko echo szczątkowe, będące różnicą echa rzeczywistego i echa sztucznego $\varepsilon(t) = y(t) - \hat{y}(t)$.

Jakość transmisji polepsza się w miarę redukcji echa szczątkowego. W układzie eliminatora echa wytwarza się współczynniki wagowe filtracji C_i w rejestrze przesuwym 15, jako funkcje sygnału echa szczątkowego.

Pętla kontroli dopasowania wartości współczynników wagowych filtracji C_i do C_N zarejestrowanych w rejestrze przesuwym 15 działa dzięki korelacji pomiędzy sygnałem echa szczątkowego $\varepsilon(t)$ i N próbkami sygnału odbieranego $x(t)$ w pierwszej pamięci 10. Ta pętla kontroli zawiera trzeci obwód mnożenia 16, który mnoży znaki S próbek odbieranego sygnału $X(t)$ pobieranych kolejno i znaki S sygnału echa szczątkowego $\varepsilon(t)$. Trzeci obwód mnożenia 16 daje N znaków $S(\varepsilon X)$, celem określenia kierunku każdej korekcji każdego ze współczynników wagowych C_i . Trzeci obwód mnożenia 16 stanowi element ALBO, realizujący funkcję różnicy symetrycznej.

Pętla kontroli zawiera ponadto drugi obwód sumowania 17, połączony w pętlę z rejestrem przesuwym 15, zawierającym współczynniki C_i . Na ten obwód sumowania 17 wchodzi z jednej strony kolejne współczynniki C_i , a z drugiej strony poprzez drugi obwód mnożenia 18 sygnał echa szczątkowego $|\varepsilon(t)|$ z kolejnymi bitami znaku korelacji $S(\varepsilon X)$. Drugi obwód mnożenia 18 wykonuje mnożenie sygnału echa szczątkowego $|\varepsilon(t)|$ przez współczynnik α bliski zeru, lecz różny od zera. Korzystna jego wartość wynosi $1/256$. Drugi obwód sumowania 17 daje na wyjściu człon korekcji $|_{\Delta} C_i|$ współczynników korekcji C_i równy $\alpha \cdot |\varepsilon(t)|$. Tworzy on łącznie z rejestrem przesuwym 15 integrator cyfrowy o małym współczynniku wzmacniania pętli sprzężenia zwrotnego, posiadający układ filtru dolno-przepustowego pierwszego rzędu o bardzo niskiej częstotliwości granicznej.

W tej adaptacyjnej pętli korekcja współczynników wagowych C_i jest dynamicznie łączona z chwilową wartością sygnału echa szczątkowego $\varepsilon(t)$. Kierunek korekcji narzuca korelacja znaków próbek odbieranego sygnału $X(t)$ i echa szczątkowego $\varepsilon(t)$. Właściwe działanie tej pętli adaptacyjnej jest związane z faktem, że, aby umożliwić korekcję możliwie najdokładniejszą o człon korekcji $|_{\Delta} C_i|$ N współczynników wagowych C_i , współczynniki C_i są zarejestrowane w rejestrze przesuwym 15 jako $(n+m)$ — bitowe słowa, przy czym n bitów określa liczbę całkowitą dodatnią, m bitów — wartość dodatnią mniejszą od jedności i m — odpowiada liczbie bitów niezbędnych do dwójkowego przedstawienia współczynnika α . Dla $\alpha = 1/256$, to znaczy 2^{-8} , liczba m jest równa 8. Drugi obwód sumowania 17 ma więc

$(n+m)$ wejść, żeby mogło doń wejść $(n+m)$ bitów współczynników C_i oraz m wejść na przyrost $|\Delta C_i| = \alpha \cdot \varepsilon(t)$.

Na wejściu subtraktora cyfrowego 14 znajduje się przetwornik cyfrowo-analogowy 19, który przetwarza sygnał echa szczątkowego $\varepsilon(t)$, który zostaje podany do stowarzyszonego toru 4 zamiast sygnału echa $y(t)$, jeśli występuje sygnał $x(t)$ wysłany przez abonenta dalekiego.

Takie rozwiązanie pozwala na wprowadzenie niewielkiego błędu do każdego współczynnika C_i , a ponadto ten błąd jest dokładnie znany.

Na fig. 1 przedstawiono poza tym obwód detektora progowego 20 włączonego do układu. Detektor 20 odbiera sygnał występujący w linii emisji 4 i wysyłany na wyjście przetwornika analogowo-cyfrowego 5 i drugiej zwrotnicy 9. Próg detektora 20 jest ustawiony przez odbierany sygnał $X(t)$, pochodzący z odległej końcówki i przechodzący przez zwrotnicę 9. Detektor porównuje sygnał z toru 4 z poziomem odniesienia, obliczonym przy uwzględnianiu odbieranego sygnału $X(t)$, lub z wybranym poziomem równym maksymalnemu możliwemu sygnałowi echa w torze 4. Ten detektor progowy 20 wytwarza pierwszy sygnał $\beta = 1$ dla poziomu sygnału w torze 4, mniejszego od poziomu odniesienia.

Wytwarza też drugi sygnał $M = 1$, gdy przekroczy on poziom odniesienia. Gdy nie ma odbieranego sygnału $x(t)$, te dwa sygnały wynoszą $\beta = 0$ i $M = 0$. Sygnał $\beta = 1$, dla którego konieczne $M = 0$, oznacza obecność w torze 4 sygnału echa $y(t)$ wywołanego odbieranym sygnałem $x(t)$. Sygnał $M = 1$, dla którego konieczne $\beta = 0$, oznacza obecność w torze 4 sygnału echa $y(t)$, na który nakłada się sygnał $z(t)$ nadawany z bliskiego łącza 2.

Na fig. 2 przedstawiono szczególnie sposób realizacji układu według fig. 1 w przypadku gdy próbki $X(t)$ i $Y(t)$ są zapisane na $n = 8$ bitach i bicie S oraz dla przypadku, gdy współczynnik α , przez który mnoży się $\varepsilon(t)$ jest z wyboru równy $1/256$, to znaczy dla którego $m = 8$.

W przykładzie wykonania według fig. 2 pierwszy obwód mnożenia 12, mnożący 8-bitowe współczynniki C_i przez również 8-bitowe próbki odbieranego sygnału $X(t)$ pracuje na 16-bitowe wyjście, mające wartości 2^7 do 2^0 i 2^{-1} do 2^{-8} , odpowiednio wyjścia dla 8 bardziej znaczących bitów i wyjście dla 8 mniej znaczących bitów. Pierwszy obwód sumowania 13 ma również 16 wejść i 16 wyjść dla obliczenia 16-bitowej sumy $\sum_{i=1}^N C_i X(t - iT)$.

Przy końcu każdego okresu próbkowania 8-bitowy sygnał echa sztucznego $\hat{y}(t)$ jest podawany na subtraktor cyfrowy 14, przy czym odrzucana jest mniej znacząca połowa sygnału, to jest bity 2^{-1} do 2^{-8} . Sygnał echa szczątkowego $\varepsilon(t)$ jest więc wytwarzany jako 8-bitowy plus bit znaku S (8 bitów znaczących to 2^0 do 2^7).

Oczywiście sygnał sztucznego echa $\hat{y}(t)$ może być $(n+m)$ — bitowy, bądź 16-bitowy na subtraktorze. Sygnał echa szczątkowego $\varepsilon(t)$ będzie więc miał odrzuconą mniej znaczącą m -bitową część (8 bitów), $\varepsilon(t)$ jest zawsze opatrzony obliczonym bitem znaku.

Drugi obwód sumowania 17, znajdujący się w pętli kontroli dopasowania współczynników wagowych filtracji C_1 posiada 16 pierwszych wejść, z których tylko 8 mniej znaczących to jest 2^{-1} do 2^{-8} przyjmuje sygnał echa szczątkowego $\varepsilon(t)$. Posiada on również 16 drugich wejść o wartościach 2^7 do 2^0 i 2^{-1} do 2^{-8} , na które podawane są współczynniki C_1 jako liczby 16-bitowe: 2^7 do 2^0 i 2^{-1} do 2^{-8} , które są zapisane w rejestrze przesuwym 15. Bardziej znaczące połowy współczynników C_1 , skorygowane w drugim obwodzie sumowania 17 służą tylko do wykonania obliczenia $C_1 X(t - iT)$ w pierwszym obwodzie mnożenia 12.

Sygnał echa szczątkowego $\varepsilon(t)$, podawany na mniej znaczącą połowę pierwszych wejść drugiego obwodu sumowania 17 przedstawia przyrost $|_{\Delta} C_1|$ dodany do współczynników C_1 . Znak przyrostu wynika ze znaków $\varepsilon(t)$ $X(t)$. To przesunięcie o osiem ($m=8$) miejsc binarnych odpowiada przemnożeniu tego sygnału przez współczynnik $\alpha = 1/256$.

Miedzy cyfrowy subtraktor 14, wysyłający sygnał echa szczątkowego $\varepsilon(t)$, a sumator odbierający ten sygnał, korzystnie jest włączony obwód logiczny 21, celem połączenia bitów $\varepsilon(t)$ z pewnymi mniej znaczącymi bitami sumatora. Działanie tego obwodu logicznego jest uzależnione od sygnałów M i β pochodzących z progowego detektora 29 z fig. 1.

Fig. 3 przedstawia schemat korzystnego rozwiązania obwodu logicznego 21 z fig. 2.

Sygnał echa szczątkowego $\varepsilon(t)$ jest podawany na wejście tego obwodu logicznego. Zawiera on dwa pierwsze elementy LUB 22 i 23. Na wejścia jednego podane są bity z pozycji 2^7 , 2^6 , 2^5 , na wejścia drugiego podane są bity z pozycji 2^4 , 2^3 i 2^2 . Cztery elementy I 24, 25, 26 i 27 mają swoje wejścia dołączone odpowiednio do wyjść elementów LUB 22 i 23 oraz doprowadzeń bitów z pozycji 2^1 i 2^0 sygnału $\varepsilon(t)$ oraz sygnał β , charakterystyczny dla działania obwodu transmisji w systemie prostej rozmowy, który to sygnał β jest doprowadzony z wyjścia progowego detektora 20 z fig. 1. Obwód logiczny zawiera poza tym trzeci element LUB 28, którego wejścia sterowane są przez zespół wyjść elementów LUB 22 i 23 i przez bity z pozycji 2^1 i 2^0 sygnału $\varepsilon(t)$. Piąty element I 29 na wejściach ma sygnał wychodzący z elementu LUB 28 oraz sygnał M , charakterystyczny dla działania obwodu transmisji w systemie podwójnej rozmowy, który to sygnał M jest doprowadzony z wyjścia progowego detektora 20 z fig. 1. Ostatni element LUB 30 ma do swych wejść doprowadzony sygnał wyzwalany przez element I 29 i sygnał wyjściowy elementu I 27, celem podania go na najmniej znaczący bit 2^{-8} — obwodu sumowania 17 z fig. 2. Wyjścia elementów I 24, 25 i 26 są połączone z mniej znaczącymi wejściami obwodu sumującego 17, odpowiednio: 2^{-1} , 2^{-3} i 2^{-6} .

Obwód logiczny przedstawiony na fig. 3 pozwala dorzucić do współczynników C_1 przyrosty charakterystyczne odpowiedzi impulsowej drogi przesyłowej sygnału echa, mówiące, czy obwód trans-

misji działa w systemie prostej rozmowy, czy podwójnej. Sygnały β i M są bezpośrednio połączone w przypadku występowania sygnałów rozmownych. Ten obwód logiczny daje dwa następujące stany działania.

W przypadku, gdy nie występuje sygnał emisji $z(t)$ pochodzący z bliskiej końcówki, wówczas sygnał $M=0$. Jeśli sygnał odbioru $x(t)$ pochodzący z oddalonej końcówki występuje w linii, sygnał β przybiera wartość równą 1. Sygnał echa szczątkowego $\varepsilon(t)$ jest podawany na obwód sumujący 17 poprzez przewodzące elementy I 24 do 27, a element 29 pozostaje w stanie zamknięcia. W konsekwencji współczynnik α pozostaje przy niezminionej wybranej wartości i działanie eliminatora echa jest szybkie.

Jeżeli sygnał $x(t)$ również nie występuje, uzyskuje się $\beta=0$ i $M=0$. Wszystkie elementy I 24 do 27 i 29 są zablokowane, sygnał $\varepsilon(t)$ nie może być podany do obwodu sumowania 17 i nie ma żadnej współzależności między $X(t)$ i $\varepsilon(t)$.

W przypadku występowania sygnałów $z(t)$ i $x(t)$ i z powodu przekroczenia poziomu odniesienia progu echa, $\beta=0$ i $M=1$. Tylko element I 29 przewodzi i wszystkie bity $\varepsilon(t)$ są podawane na pozycję wejściową 2^{-8} obwodu sumującego 17. Odpowiada to przesunięciu sygnału $\varepsilon(t)$ o szesnaście miejsc w prawo i prowadzi do powolnego działania eliminatora echa, który w dalszym ciągu pracuje metodą adaptacyjną. Jeśli natomiast sygnał $x(t)$ nie występuje, sygnał $z(t)$ zawsze występuje, konieczne musi być na wyjściu detektora $\beta=0$ i $M=0$. Wszystkie elementy I obwodu logicznego 21 są zablokowane, a żadna korelacja nie może mieć miejsca.

W opisanym powyżej eliminatorze echa liczba N współczynników wagowych filtracji została wybrana $N=64$. Okres próbkowania T sygnałów odbieranego $x(t)$ i echa $y(t)$ wynosi $125 \mu s$. W czasie każdego okresu T uaktualniane są wartości sześćdziesięciu czterech współczynników C_1 . Równocześnie są obliczane wartości $C_1 X(t - iT)$, a przy końcu każdego okresu jest opracowana próbka sygnału echa sztucznego $y(t)$, celem porównania z pobraną próbką echa prawdziwego, a to celem dostarczenia nowej informacji do korekcji współczynników C_1 .

Próbka echa sygnału sztucznego jest uzyskiwana w ściśle odpowiedniej chwili tak, by jej wartość była obcinana na końcu okresu próbkowania, a nie w czasie sumowania.

Dokładność działania układu eliminatora echa wiąże się ponadto z faktem, że współczynniki C_1 są zapamiętane w rejestrze przesuwym 15 jako 16-bitowe słowo, co pozwala gromadzić dokładnie informację korekcji ΔC_1 współczynników, niezależnie od wartości ΔC_1 . W opisaniej realizacji informacja ΔC_1 jest uzyskiwana z sygnału echa szczątkowego $\varepsilon(t)$, który jest mnożony przez współczynnik $\alpha = 1/256$ (lub przesuwany o 8 miejsc w prawo).

Wybór takiej wartości $\alpha = 1/256$ jest korzystny i jest pewnym kompromisem pomiędzy wartością α najmniejszą, ale nie równą zeru, a to dlatego by ograniczyć wzmocnienie pętli narzucane przez in-

tegrator cyfrowy, obejmujący rejestr przesuwany 15 i obwód sumowania 17, i uniknąć rozstrajania się układu, a odpowiednim rozmiarem obwodu integratora cyfrowego, utworzonego z obwodu sumującego 17, połączonego w obwodzie zamkniętym z rejestrem przesuwany 15. Oczywiście wartość α może być różna. W realizacji cyfrowej $1/\alpha$ będzie równa potęgze liczby 2, zaś ilość możliwych przesunięć w prawo sygnału echa szczytkowego $\varepsilon(t)$ będzie narzucana przez wykładnik potęgi.

W przytoczonym przykładzie realizacji przy czasie zbieżności bliskim 100 ms, poziom echa szczytkowego, wywoływany przez odbierany sygnał $x(t)$ pozostaje mniejszy od 40 dB. W czasie funkcjonowania echa przy występowaniu sygnału $z(t)$, pochodzącego z bliskiej końcówki automatycznej, wzrost czasu zbieżności jest określony. Ten wzrost utrzymuje auto-adaptacyjne działanie eliminatora echa i nie powoduje pogorszenia jego właściwości.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ eliminatora echa, stanowiący filtr poprzeczny wytwarzający sygnał echa sztucznego ze skończonej liczby współczynników wagowych filtracji odpowiadających próbkom odpowiedzi impulsowej drogi przesyłowej sygnału echa oraz takiej samej liczby n-bitowych próbek sygnału otrzymanego od dalekiego abonenta, który to układ zawiera pamięć rejestrującą próbki otrzymywanego sygnału, próbkowanego w określonym przedziale czasu, zawiera drugą pamięć rejestrującą odwzorowanie numeryczne impulsowej odpowiedzi drogi przesyłowej sygnału echa w postaci współczynników wagowych filtracji, zawiera obwody mnożenia i sumowania, dokonujące analizy zawartości tych dwóch pamięci i wytwarza-

jące n-bitowy sygnał echa szczytkowego, stanowiący różnicę pomiędzy sygnałem echa rzeczywistego i sygnałem echa sztucznego, przy czym obwody analizy zawierają pętlę kontroli dopasowania wartości współczynników wagowych filtracji, **znamienny tym**, że pętla kontroli dopasowania obejmuje obwód sumowania (17), którego n wyjść jest dołączonych do n pierwszych wejść pierwszego obwodu mnożenia (12) i jednocześnie do n wejść rejestru przesuwanego (15), doprowadzając do tych wejść sygnały odpowiadające współczynnikom wagowym filtracji (C_i), przy czym $(n+m)$ pierwszych wejść obwodu sumowania (17) jest połączonych z wyjściami rejestru przesuwanego (15), a kolejnych $(n+m)$ drugich wejść obwodu sumowania (17) jest połączonych z wyjściami drugiego obwodu mnożenia (18), doprowadzającymi sygnał echa szczytkowego ($\varepsilon(t)$) mnożony przez współczynnik (α) o wartości bezwzględnej bliskiej zera i opatrzony znakiem, przy czym m jest liczbą bitów niezbędnych do przedstawienia odwrotności tego współczynnika (α).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że część drugich wejść obwodu sumowania (17) jest połączonych z wyjściami obwodu logicznego (21), którego wejścia połączone są z wyjściami subtraktora cyfrowego (14), na których występują sygnały echa szczytkowego $\varepsilon(t)$ oraz z dwoma wyjściami detektora progowego (20), na których występują sygnał (β) charakterystyczny dla działania obwodu transmisji w systemie prostej rozmowy oraz drugi sygnał (M) charakterystyczny dla działania obwodu transmisji w systemie podwójnej rozmowy.

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że drugi obwód mnożenia (18) jest zrealizowany na elemencie logicznym ALBO.

FIG. 1

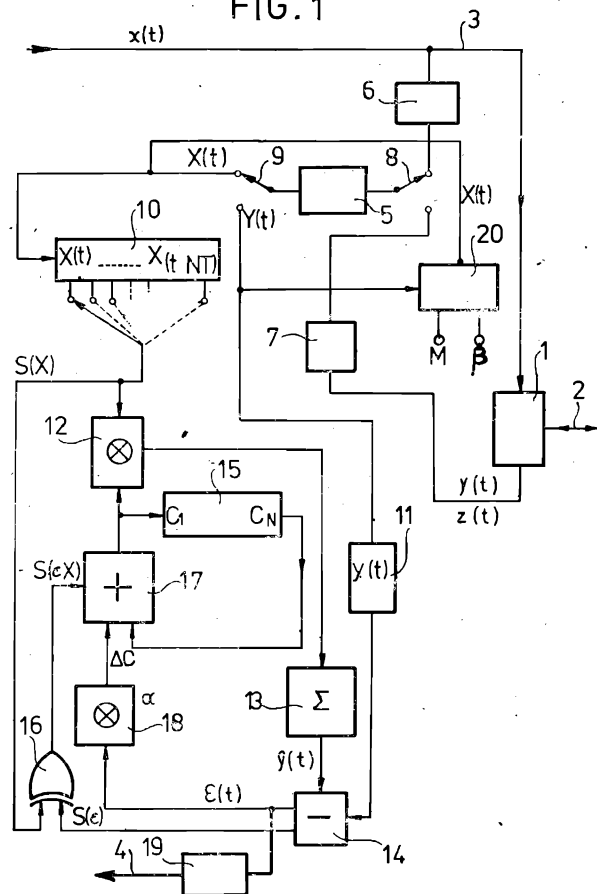


FIG. 2

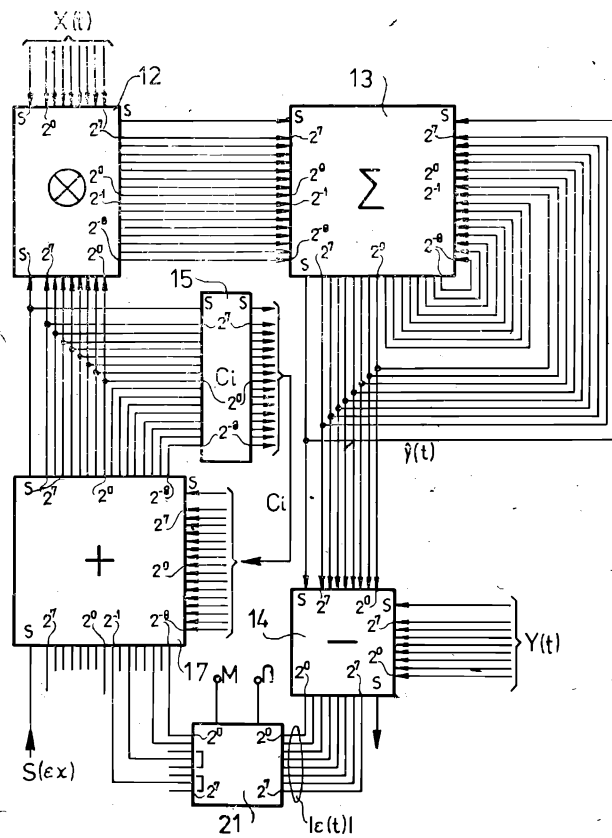


FIG. 3

