RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **229374** (13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **417536**

(22) Data zgłoszenia: **10.06.2016**

(51) Int.Cl.
H04L 25/03 (2006.01)

(54) **Układ do rekonstruowania sygnału zakodowanego metodą level-crossing**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
18.12.2017 BUP 26/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.07.2018 WUP 07/18

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
DARIUSZ KOŚCIELNIK, Kraków, PL
MAREK MIŚKOWICZ, Kraków, PL
DOMINIK RZEPKA, Tarnów, PL

PL 229374 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ do rekonstruowania sygnału zakodowanego metodą level-crossing, znajdujący zastosowanie w przetwarzaniu sygnałów dolnopasmowych o zmiennej intensywności oraz systemach kontrolno-pomiarowych.

Znany z publikacji: Shu-jen Yeh i Henry Stark, „Iterative and one-step reconstruction from nonuniform samples by convex projections", IEEE Transactions on Medical Imaging 1989, vol. 8, is. 1, str. 16–31 układ do iteracyjnego rekonstruowania sygnału analogowego spróbkowanego nierównomiernie bazuje na metodzie projekcji na zbiory wypukłe – POCS. Układ składa się z wielu połączonych posobnie ogniw. Każde ogniwo zawiera: wejście sygnału generowanego lokalnie, wejście próbek sygnału źródłowego oraz wyjście sygnału rekonstruowanego. Wejście sygnału generowanego lokalnie jest połączone z wejściem pierwszego filtru dolnopasmowego, którego wyjście jest połączone za pośrednictwem łącznika z wejściem odwracającym pierwszego sumatora. Wejście nieodwracające tego sumatora jest połączone z wejściem próbek sygnału źródłowego, a jego wyjście jest połączone z wejściem drugiego filtru dolnopasmowego. Wyjście drugiego filtru jest połączone z wejściem nieodwracającym drugiego sumatora, którego drugie wejście nieodwracające jest połączone z wyjściem pierwszego filtru. Wyjście drugiego sumatora stanowi jednocześnie wyjście sygnału rekonstruowanego danego ogniwa. Wyjście to jest połączone z wejściem sygnału generowanego lokalnie ogniwa następnego. Wyjście ostatniego z ogniw stanowi jednocześnie wyjście całego układu.

Z publikacji: Yannis Tsividis, „Mixed-domain systems and signal processing based on input decomposition", IEEE Transactions on Circuits and Systems 2006, vol. 53, is. 10, str. 2145–2156 znany jest układ przetwarzania sygnału w czasie ciągłym. Analogowy sygnał źródłowy jest podawany na wejście bezzegarowego przetwornika analogowo-cyfrowego. Wyjście każdego bitu wyjściowego słowa cyfrowego tego przetwornika jest połączone z wejściem innej ścieżki przetwarzania sygnału. Każda ścieżka zawiera moduł o transmitancji pożądanej dla założonego sposobu przetwarzania sygnału. Wejście tego modułu stanowi jednocześnie wejście danej ścieżki. Wyjście modułu jest natomiast połączone z wejściem układu wzmacniającego danej ścieżki. Wyjścia układu wzmacniającego, stanowiące jednocześnie wyjście całej ścieżki jest połączone z odpowiednim wejściem nieodwracającym sumatora, którego wyjście stanowi jednocześnie wyjście całego układu.

Układ do rekonstruowania sygnału zakodowanego metodą level-crossing, według wynalazku, zawiera zestaw ogniw kształtowania połączonych posobnie w łańcuch. Wyjście sygnałowe każdego ogniwa kształtowania, o ile nie jest to ostatnie ogniwo kształtowania w łańcuchu, jest połączone z wejściem sygnałowym następnego w kolejności ogniwa kształtowania. Wyjście sygnałowe ostatniego ogniwa kształtowania w łańcuchu jest wyjściem sygnału zrekonstruowanego. Ponadto każde ogniwo kształtowania zawiera filtr.

Istotą rozwiązania jest to, że ogniwo generacji jest wyposażone w wejście momentu i wejście progu kwantyzacji oraz wejście zegara, połączone z wyjściem zegara. Wyjście sygnałowe ogniwa generacji jest połączone z wejściem sygnałowym pierwszego ogniwa kształtowania, a wyjście sterujące ogniwa generacji jest połączone z wejściem sterującym pierwszego ogniwa kształtowania. Każde ogniwo kształtowania jest wyposażone w wejście sterujące danego ogniwa kształtowania oraz każde ogniwo kształtowania, za wyjątkiem ostatniego ogniwa kształtowania w łańcuchu jest wyposażone w wyjście sterujące danego ogniwa kształtowania, połączone z wejściem sterującym następnego w kolejności ogniwa kształtowania.

Korzystne jest, gdy

- ogniwo generacji zawiera komparator, którego pierwsze wejście jest połączone z wejściem momentu, a drugie wejście komparator, jest połączone z wejściem zegara, zaś wyjście komparatora jest połączone z drugim wejściem dekodera. Pierwsze wejście dekodera jest połączone z wejściem progu kwantyzacji, a wyjście dekodera jest połączone z wejściem generatora oraz wejściem układu opóźniającego ogniwa generacji. Wyjście układu opóźniającego ogniwa generacji jest połączone z wyjściem sterującym ogniwa generacji. Wyjście generatora jest połączone z wejściem filtru ogniwa generacji. Natomiast wyjście filtru ogniwa generacji jest połączone z wyjściem sygnałowym ogniwa generacji;
- każde ogniwo kształtowania zawiera organicznik danego ogniwo kształtowania, wyposażony w wejście sygnałowe połączone z wejściem sygnałowym tego ogniwa kształtowania, wejście

sterujące połączone z wejściem sterującym tego ogniwa kształtowania oraz wyjście, połączone z wejściem filtru tego ogniwa kształtowania. Wyjście filtru danego ogniwa kształtowania jest połączone z wyjściem sygnałowym tego ogniwa kształtowania;

– każde ogniwo kształtowania, za wyjątkiem ostatniego ogniwa kształtowania w łańcuchu, zawiera układ opóźniający tego ogniwa kształtowania, wyposażony w wejście połączone z wejściem sterującym tego ogniwa kształtowania oraz wyjście, połączone z wyjściem sterującym tego ogniwa kształtowania.

Korzystne jest, gdy wartość opóźnienia układu opóźniającego ogniwa generacji jest równa wartości opóźnienia wprowadzanego przez filtr ogniwa generacji dla pierwotnego sygnału rekonstruowanego, natomiast wartość opóźnienia układu opóźniającego danego ogniwa kształtowania jest równa wartości łącznego opóźnienia wprowadzanego przez ogranicznik tego ogniwa kształtowania oraz filtr tego ogniwa kształtowania dla wejściowego sygnału rekonstruowanego tego ogniwa kształtowania.

Korzystne jest, gdy generator jest zrealizowany w postaci układu z wyjściem analogowym, natomiast wejście filtru ogniwa generacji, wejścia filtrów ogniw kształtowania oraz wejścia sygnałowe ograniczników ogniw kształtowania są wejściami analogowymi. Ponadto wyjście filtru ogniwa, wyjścia filtrów ogniw kształtowania oraz wyjścia ograniczników ogniw kształtowania są wyjściami analogowymi.

Korzystne jest też, gdy generator jest zrealizowany w postaci układu z wyjściem słowa cyfrowego o zmiennej wartości, natomiast wejście filtru ogniwa generacji, wejścia filtrów ogniw kształtowania oraz wejścia sygnałowe ograniczników ogniw kształtowania są wejściami cyfrowymi. Ponadto wyjście filtru ogniwa generacji, wyjścia filtrów ogniw kształtowania oraz wyjścia ograniczników ogniw kształtowania są wyjściami cyfrowymi.

Zaletą rozwiązania jest możliwość rekonstruowania sygnału źródłowego SS zakodowanego metodą level-crossing w sposób całkowicie sprzętowy. Tym samym eliminuje się konieczność wykonywania w tym celu skomplikowanych i czasochłonnych obliczeń matematycznych, które można przeprowadzać w czasie rzeczywistym wyłącznie przy użyciu procesorów o dużej mocy obliczeniowej.

Rozwiązanie pozwala na rekonstruowanie sygnału źródłowego SS na bieżąco (on line) i w sposób ciągły. Dzięki temu opóźnienie rekonstruowania sygnału jest stosunkowo niewielkie, a rekonstruowany sygnał nie jest dzielony na fragmenty, na końcach których dokładność rekonstruowania zwykle znacząco maleje.

Dobierając odpowiednią liczbę N ogniw kształtowania C_1, ..., C_N w łańcuchu można osiągnąć kompromis pomiędzy wielkością i ceną stosowanego układu a dokładnością przeprowadzanej rekonstrukcji.

Przedmiot wynalazku jest objaśniony w przykładach wykonania na rysunku, gdzie przedstawiono:

Fig. 1 – kodowanie informacji o sygnale źródłowym SS metodą level-crossing

Fig. 2 – generowanie pierwotnego sygnału rekonstruowanego RS_0.

Fig. 3 – schemat blokowy układu rekonstruowania sygnału zakodowanego metodą level-crossing,

Fig. 4 – schemat ogniwa generacji C_0,

Fig. 5 – schemat ogniwa kształtowania C_1, ..., C_{N-1},

Fig. 6 – schemat ostatniego ogniwa kształtowania w łańcuchu C_{N-1}.

Zgodnie z wynalazkiem układ do rekonstruowania sygnału zakodowanego metodą level-crossing, w pierwszym przykładowym rozwiązaniu, zawiera ogniwo generacji C_0 oraz zestaw ogniw kształtowania C_1, ..., C_N połączonych posobnie w łańcuch, którego długość N=5 (fig. 3). Ogniwo generacji C_0 jest wyposażone w wejście momentu t_{In}, wejście progu kwantyzacji T_{In} oraz wejście zegara Clk_{In}, połączone z wyjściem zegara Clk. Wyjście sygnałowe $S_{Out,0}$ ogniwa generacji C_0 jest połączone z wejściem sygnałowym $S_{In,1}$ pierwszego ogniwa kształtowania C_1, zaś wyjście sterujące $C_{Out.0}$ ogniwa generacji C_0 jest połączone z wejściem sterującym $C_{In,1}$ pierwszego ogniwa kształtowania C_1. Wyjście sygnałowe $S_{Out,x}$ każdego ogniwa kształtowania C_x, o ile nie jest to ostatnie ogniwo kształtowania C_N w łańcuchu, jest połączone z wejściem sygnałowym $S_{In,x+1}$ następnego w kolejności ogniwa kształtowania C_{x+1} Wyjście sygnałowe $S_{Out.N}$ ostatniego ogniwa kształtowania C_N w łańcuchu jest wyjściem sygnału zrekonstruowanego. Wyjście sterujące $C_{Out,x}$ każdego ogniwa kształtowania C_x, o ile nie jest to ostatnie ogniwo kształtowania C_0 w łańcuchu, jest połączone z wejściem sterującym $C_{In,x+1}$ następnego w kolejności ogniwa kształtowania C_{x+1} (fig. 3).

Ogniwo generacji C_0 (fig. 4) zawiera komparator Cmp, którego pierwsze wejście $Cmp_{In,1}$ jest połączone z wejściem momentu t_{In}, a drugie wejście Cmp_{In2} komparatora Cmp jest połączone z wejściem zegara Clk_{In}.

Wyjście komparatora Cmp jest połączone z drugim wejściem D_{In2} dekodera D. Pierwsze wejście D_{In1} dekodera D jest połączone z wejściem progu kwantyzacji T_{In}. Wyjście dekodera D jest połączone z wejściem generatora G oraz wejściem układu opóźniającego Del_0 ogniwa generacji C_0. Wyjście układu opóźniającego Del_0 ogniwa generacji C_0 jest połączone z wyjściem sterującym $C_{Out,0}$ ogniwa generacji C_0. Opóźnienie $t_{D,0}$ układu opóźniającego Del_0 ogniwa generacji C_0 jest równa wartości opóźnienia wprowadzanego przez filtr F_0 ogniwa generacji C_0 dla pierwotnego sygnału rekonstruowanego RS_G. Wyjście generatora G jest połączone z wejściem filtru F_0 ogniwa generacji C_0. Wyjście filtru F_0 ogniwa generacji C_0 jest połączone z wyjściem sygnałowym $S_{Out.0}$ ogniwa generacji C_0.

Każde ogniwo kształtowania C_x (fig. 5 i fig. 6) zawiera organicznik L_x danego ogniwa kształtowania C_x, wyposażony w wejście sygnałowe $L_{S,In,x}$ organicznik L_x tego ogniwa kształtowania C_x, połączone z wejściem sygnałowym $S_{In,x}$ tego ogniwa kształtowania C_x. Wejście sterujące $L_{C,In,x}$ organicznika L_x danego ogniwa kształtowania C_x jest połączone z wejściem sterującym $C_{In,x}$ tego ogniwa kształtowania C_x. Wyjście ogranicznika L_x danego ogniwa kształtowania C_x jest połączone z wejściem filtru F_x tego ogniwa kształtowania C_x. Wyjście filtru F_x ogniwa kształtowania C_x jest połączone z wyjściem sygnałowym $S_{Out,x}$ tego ogniwa kształtowania C_x.

Każde ogniwo kształtowania C_x, za wyjątkiem ostatniego ogniwa kształtowania C_N w łańcuchu (fig. 5 i fig. 6) zawiera układ opóźniający Del_x tego ogniwa kształtowania C_x, którego wejście jest połączone z wejściem sterującym $C_{In,x}$ tego ogniwa kształtowania C_x, a wyjście jest połączone z wyjściem sterującym $C_{Out,x}$ tego ogniwa kształtowania C_x. Wartość opóźnienia $t_{D,x}$ układu opóźniającego Del_x danego ogniwa kształtowania C_x jest równa wartości łącznego opóźnienia wprowadzanego przez ogranicznik L_x tego ogniwa kształtowania C_x oraz filtr F_x tego ogniwa kształtowania C_x dla wejściowego sygnału rekonstruowanego RS_{x-1} tego ogniwa kształtowania C_x.

W tym przykładowym rozwiązaniu układu generator G jest podzespołem z wyjściem analogowym. Wejście filtru F_0 ogniwa generacji C_0, wejścia filtrów F_1, …, F_N ogniw kształtowania, odpowiednio, C_1, ..., C_N oraz wejścia sygnałowe $L_{S,In,1}$, …, $L_{S,In,N}$ ograniczników L_1, ..., L_N ogniw kształtowania, odpowiednio, C_1, ..., C_N są wejściami analogowymi. Wyjście filtru F_0 ogniwa generacji C_0, wyjścia filtrów F_1, ..., F_N ogniw kształtowania, odpowiednio, C_1, ..., C_N oraz wyjścia ograniczników L_1, ..., L_N ogniw kształtowania, odpowiednio, C_1, ..., C_N są wyjściami analogowymi.

Drugie przykładowe rozwiązanie układu różni się od pierwszego tym, że generator G jest podzespołem z wyjściem słowa cyfrowego o zmiennej wartości. Wejście filtru F_0 ogniwa generacji C_0, wejścia filtrów F_1, ..., F_N ogniw kształtowania, odpowiednio, C_1, ..., C_N oraz wejścia sygnałowe $L_{S,In,1}$, ..., $L_{S,In,N}$ ograniczników L_1, ..., L_N ogniw kształtowania, odpowiednio, C_1, ..., C_N są wejściami cyfrowymi. Wyjście filtru F_0 ogniwa generacji C_0, wyjścia filtrów F_1, ..., F_N ogniw kształtowania, odpowiednio, C_1, ..., C_N oraz wyjścia ograniczników L_1, ..., L_N ogniw kształtowania, odpowiednio, C_1, ..., C_N są wyjściami cyfrowymi.

Rekonstruowanie sygnału zakodowanego metodą level-crossing realizowane, według wynalazku, w pierwszym przykładowym układzie (fig. 3) przebiega następująco. Proces rekonstruowania kolejnego fragmentu sygnału źródłowego SS rozpoczyna się od podania na wejścia momentu t_{in}, wartości momentu t_i, w którym sygnał źródłowy SS przekroczył jeden z progów kwantyzacji (fig. 1). Wartość ta została dostarczona przez koder typu level-crossing. Wartość momentu t_i porównuje się, za pomocą komparatora Cmp, z rosnącą wartością czasu t, wskazywaną za pomocą zegara Clk i podawaną na wyjście zegara Clk_{In}. Podczas porównywania obu wartości komparator Cmp może uwzględniać dodatkowe stałe przesunięcie jednej z nich.

W chwili wykrycia, za pomocą komparatora Cmp, zrównania się rosnącej wartości czasu t z wartością momentu t_i na wejście progu kwantyzacji T_{In} podaje się numer progu kwantyzacji T_i przekroczonego przez sygnał źródłowy SS (fig. 1). Numer ten został dostarczony przez koder typu level-crossing. Jednocześnie na wejście momentu t_{In} podaje się wartość kolejnego momentu t_{i+1}. Następnie, za pomocą dekodera D, wyznacza się przedział kwantyzacji P_0, w którym znalazł się sygnał źródłowy SS (fig. 1). Przedział ten określa się na podstawie numeru progu kwantyzacji T_i podawanego na pierwsze wejście D_{In1} dekodera D oraz na podstawie poprzedniego stanu dekodera D, określanego przez przedział kwantyzacji, w którym poprzednio znajdował się sygnał źródłowy SS. Następnie, za pomocą dekodera D, generuje się pierwotny sygnał sterujący CS_D, wskazujący przedział kwantyzacji P_0, w którym znajduje się rekonstruowany aktualnie fragment sygnału źródłowego SS (fig. 1). Pierwotny sygnał sterujący CS_D podaje się, za pomocą wyjścia dekodera D, na wejście generatora G. Na tej podstawie generuje się, za pomocą generatora G, pierwotny sygnał rekonstruowany RS_G. Sygnał ten ma postać ciągłego przebiegu analogowego, leżącego w połowie szerokości przedziału kwantyzacji P_0, wskazywanego w danej chwili za pomocą pierwotnego sygnału sterującego CS_D (fig. 2). Wyjście generatora utrzymuje się w tym stanie

aż do chwili wykrycia za pomocą komparatora Cmp, iż rosnąca wartość czasu t, wskazywana za pomocą zegara Clk jest równa wartości kolejnego momentu t_{i+1}. Wówczas za pomocą dekodera D wyznaczy się nowy przedział kwantyzacji.

Pierwotny sygnał rekonstruowany RS_G filtruje się wstępnie za pomocą filtru F_0 ogniwa generacji C_0 i podaje się, za pomocą wyjścia sygnałowego $S_{Out.0}$ ogniwa generacji C_0 na wejście sygnałowe $S_{In,1}$ pierwszego ogniwa kształtowania C_1. W ten sposób rozpoczyna się iteracyjne kształtowanie sygnału rekonstruowanego, którego kształt stopniowo zbliża się do kształtu sygnału źródłowego SS.

W każdym kolejnym ogniwie kształtowania C_x wartość wejściowego sygnału rekonstruowanego RS_{x-1} ogranicza się (fig. 2), za pomocą ogranicznika L_x danego ogniwa kształtowania C_x tak, aby wartość ta nie wykraczała poza przedział definiowany położeniem dolnego progu ograniczania $L_{L,x}$ ogranicznika L_x danego ogniwa kształtowania C_x i górnego progu ograniczania $L_{H,x}$ ogranicznika L_x tego ogniwa kształtowania C_x. Sygnał wyjściowy każdego ogranicznika L_x filtruje się następnie za pomocą filtru F_x tego ogniwa kształtowania C_x. Wyjściowy sygnał rekonstruowany (RS_x) danego ogniwa kształtowania C_x, o ile nie jest to ostatnie ogniwo kształtowania C_N w łańcuchu, podaje się, za pomocą wyjścia sygnałowego $S_{Out,x}$ tego ogniwa kształtowania C_x, na wejście sygnałowe $S_{In,x+1}$ następnego w kolejności ogniwa kształtowania C_{x+1} (fig. 3). Sygnał zrekonstruowany otrzymuje się na wyjściu sygnałowym $S_{Out,N}$ ostatniego ogniwa kształtowania C_N w łańcuchu.

Równolegle do sygnału rekonstruowanego przenoszonego przez wejścia sygnałowe $S_{In,1}$, ..., $S_{In,N}$ i wyjścia sygnałowe $S_{Out,x}$, ..., $S_{Out,N}$ ogniw kształtowania, odpowiednio, C_1, ..., C_N porusza się sygnał sterujący, przenoszony przez wejścia sterujące $C_{In,1}$, ..., $C_{In,N}$ i wyjścia sterujące $C_{Out,x}$, ..., $C_{Out,N}$ ogniw kształtowania, odpowiednio, C_1, ..., C_N. Aby zapewnić współbieżne propagowanie się obu sygnałów pierwotny sygnał sterujący CS_D wygenerowany za pomocą dekodera D opóźnia się za pomocą układu opóźniającego Del_0 ogniwa generacji C_0. Opóźnienie $t_{D,0}$ układu opóźniającego Del_0 ogniwa generacji C_0 jest przy tym równe wartości opóźnienia wprowadzanego przez filtr F_0 ogniwa generacji C_0 dla pierwotnego sygnału rekonstruowanego RS_G. Wyjściowy sygnał sterujący CS_0 ogniwa generacji C_0 podaje się, za pomocą wyjścia sterującego $C_{Out,0}$ ogniwa generacji C_0 na wejście sterujące $C_{In,1}$ pierwszego ogniwa kształtowania C_1. W każdym ogniwie kształtowania C_x, o ile nie jest to ostatnie ogniwo kształtowania C_N w łańcuchu, wejściowy sygnał sterujący CS_{x-1} opóźnia się, za pomocą układu opóźniającego Del_x danego ogniwa kształtowania C_x (fig. 5). Wartość opóźnienia $t_{D,x}$ układu opóźniającego Del_x danego ogniwa kształtowania C_x jest przy tym równa wartości łącznego opóźnienia wprowadzanego przez ogranicznik L_x tego ogniwa kształtowania C_x oraz filtr F_x tego ogniwa kształtowania C_x dla wejściowego sygnału rekonstruowanego RS_{x-1} tego ogniwa kształtowania C_x. Jednocześnie w każdym ogniwie kształtowania C_x wykorzystuje się wejściowy sygnał sterujący CS_{x-1}, wskazujący przedział kwantyzacji P_x, do określenia aktualnego położenie dolnego progu ograniczania $L_{L,x}$ ogranicznika L_x tego ogniwa kształtowania C_x i położenie górnego progu ograniczania $L_{H,x}$ ogranicznika L_x tego ogniwa kształtowania C_x. W tym przykładzie w każdym ogniwie kształtowania C_x dolny próg ograniczania $L_{L,x}$ ogranicznika L_x danego ogniwa kształtowania C_x umieszcza się na dolnej krawędzi wskazywanego w danej chwili przedziału kwantyzacji P_x (fig. 2). Górny próg ograniczania $L_{H,x}$ ogranicznika L_x danego ogniwa kształtowania C_x umieszcza się na górnej krawędzi wskazywanego w danej chwili przedziału kwantyzacji P_x (fig. 2).

Rekonstruowanie sygnału zakodowanego metodą level-crossing realizowane, według wynalazku, w drugim przykładowym układzie różni się od realizowanego w pierwszym przykładowym układzie tym, że pierwotny sygnał rekonstruowany RS_G generuje się, za pomocą generatora G, w postaci słowa cyfrowego o zmiennej wartości, wskazującego aktualną wartość pierwotnego sygnału rekonstruowanego RS_G. Sygnał ten filtruje się za pomocą cyfrowego filtru F_0 ogniwa generacji C_0, ogranicza się za pomocą cyfrowego ogranicznika L_x każdego kolejnego ogniwa kształtowania C_x i filtruje się za pomocą cyfrowego filtru F_x każdego kolejnego ogniwa kształtowania C_x.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do rekonstruowania sygnału zakodowanego metodą level-crossing, zawierający zestaw ogniw kształtowania połączonych posobnie w łańcuch tak, że wyjście sygnałowe każdego ogniwa kształtowania, o ile nie jest to ostatnie ogniwo kształtowania w łańcuchu, jest połączone z wejściem sygnałowym następnego w kolejności ogniwa kształtowania, zaś wyjście sygnałowe ostatniego ogniwa kształtowania w łańcuchu jest wyjściem sygnału zrekonstruowanego, a każde ogniwo kształtowania zawiera filtr, **znamienny tym**, że ogniwo generacji

(C_0) jest wyposażone w wejście momencie (t_{In}) i wejście progu kwantyzacji (T_{In}) oraz wejście zegara (Clk_{In}), połączone z wyjściem zegara (Clk), a także wyjście sygnałowe ($S_{Out.0}$) ogniwa generacji (C_0), połączone z wejściem sygnałowym ($S_{In,1}$) pierwszego ogniwa kształtowania (C_1) i wyjście sterujące ($C_{Out,0}$) ogniwa generacji (C_0), połączone z wejściem sterującym ($C_{In,1}$) pierwszego ogniwa kształtowania (C_1), zaś każde ogniwo kształtowania jest wyposażone w wejście sterujące ($C_{In,x}$) danego ogniwa kształtowania (C_x) oraz każde ogniwo kształtowania, za wyjątkiem ostatniego ogniwa kształtowania (C_N) w łańcuchu jest wyposażone w wyjście sterujące ($C_{Out,x}$) danego ogniwa kształtowania (C_x), połączone z wejściem sterującym ($C_{In,x+1}$) następnego w kolejności ogniwa kształtowania (C_{x+1}).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że
   - ogniwo generacji (C_0) zawiera komparator (Cmp), którego pierwsze wejście (Cmp_{In1}) jest połączone z wejściem momentu (t_{In}), a drugie wejście (Cmp_{In2}) komparator (Cmp), jest połączone z wejściem zegara (Clk_{In}), zaś wyjście komparatora (Cmp) jest połączone z drugim wejściem (D_{In2}) dekodera (D), którego pierwsze wejście (D_{In1}) jest połączone z wejściem progu kwantyzacji (T_{In}), a wyjście dekodera (D) jest połączone z wejściem generatora (G) oraz wejściem układu opóźniającego (Del_0) ogniwa generacji (C_0), zaś wyjście układu opóźniającego (Del_0) ogniwa generacji (C_0) jest połączone z wyjściem sterującym ($C_{Out.0}$) ogniwa generacji (C_0), a wyjście generatora (G) jest połączone z wejściem filtru (F_0) ogniwa generacji (C_0), natomiast wyjście filtru (F_0) ogniwa generacji (C_0) jest połączone z wyjściem sygnałowym ($S_{Out.0}$) ogniwa generacji (C_0);
   - każde ogniwo kształtowania (C_x) zawiera ogranicznik (L_x) danego ogniwa kształtowania (C_x), wyposażony w wejście sygnałowe ($L_{S,In,x}$) połączone z wejściem sygnałowym ($S_{In,x}$) tego ogniwa kształtowania (C_x), wejście sterujące ($L_{C,In,x}$) połączone z wejściem sterującym ($C_{In,x}$) tego ogniwa kształtowania (C_x) oraz wyjście, połączone z wejściem filtru (F_x) tego ogniwa kształtowania (C_x), przy czym wyjście filtru (F_x) tego ogniwa kształtowania (C_x) jest połączone z wyjściem sygnałowym ($S_{Out,x}$) danego ogniwa kształtowania (C_x);
   - każde ogniwo kształtowania (C_x), za wyjątkiem ostatniego ogniwa kształtowania (C_N) w łańcuchu, zawiera układ opóźniający (Del_x) tego ogniwa kształtowania (C_x), wyposażony w wejście połączone z wejściem sterującym ($C_{In,x}$) tego ogniwa kształtowania (C_x) oraz wyjście, połączone z wyjściem sterującym ($C_{Out,x}$) tego ogniwa kształtowania (C_x).
3. Układ, według zastrz. 2, **znamienny tym**, że wartość opóźnienia ($t_{D,o}$) układu opóźniającego (Del_0) ogniwa generacji (C_0) jest równa wartości opóźnienia wprowadzanego przez filtr (F_0) ogniwa generacji (C_0) dla pierwotnego sygnału rekonstruowanego (RS_G), natomiast wartość opóźnienia ($t_{D,x}$) układu opóźniającego (Del_x) danego ogniwa kształtowania (C_x) jest równa wartości łącznego opóźnienia wprowadzanego przez ogranicznik (L_x) tego ogniwa kształtowania (C_x) oraz filtr (F_x) tego ogniwa kształtowania (C_x) dla wejściowego sygnału rekonstruowanego (RS_{x-1}) tego ogniwa kształtowania (C_x).
4. Układ według zastrz. 2 lub 3, **znamienny tym**, że generator (G) jest zrealizowany w postaci układu z wyjściem analogowym, natomiast wejście filtru (F_0) ogniwa generacji (C_0), wejścia filtrów (F_1, ..., F_N) ogniw kształtowania, odpowiednio, (C_1, …, C_N) oraz wejścia sygnałowe ($L_{S,In,1}$, …, $L_{S,In,N}$) ograniczników (L_1, ..., L_N) ogniw kształtowania, odpowiednio, (C_1, …, C_N) są wejściami analogowymi, a wyjście filtru (F_0) ogniwa generacji (C_0), wyjścia filtrów (F_1, …, F_N) ogniw kształtowania, odpowiednio, (C_1, …, C_N) oraz wyjścia ograniczników (L_1, ..., L_N) ogniw kształtowania, odpowiednio, (C_1, ..., C_N) są wyjściami analogowymi.
5. Układ według zastrz. 2 lub 3, **znamienny tym**, że generator (G) jest zrealizowany w postaci układu z wyjściem słowa cyfrowego o zmiennej wartości, natomiast wejście filtru (F_0) ogniwa generacji (C_0), wejścia filtrów (F_1, ..., F_N) ogniw kształtowania, odpowiednio, (C_1, ..., C_N) oraz wejścia sygnałowe ($L_{S,In,1}$, ..., $L_{S,In,N}$) ograniczników (L_1, …, L_N) ogniw kształtowania, odpowiednio, (C_1, ..., C_N) są wejściami cyfrowymi, a wyjście filtru (F_0) ogniwa generacji (C_0), wyjścia filtrów (F_1, ..., F_N) ogniw kształtowania, odpowiednio, (C_1, ..., C_N) oraz wyjścia ograniczników (L_1, ..., L_N) ogniw kształtowania, odpowiednio, (C_1, ..., C_N) są wyjściami cyfrowymi.

Rysunki

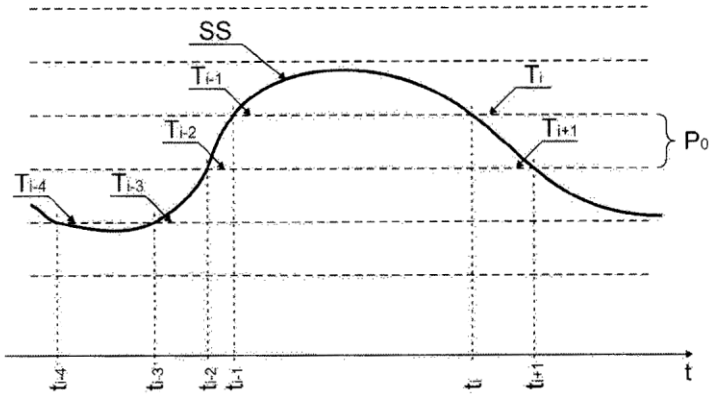

Fig. 1

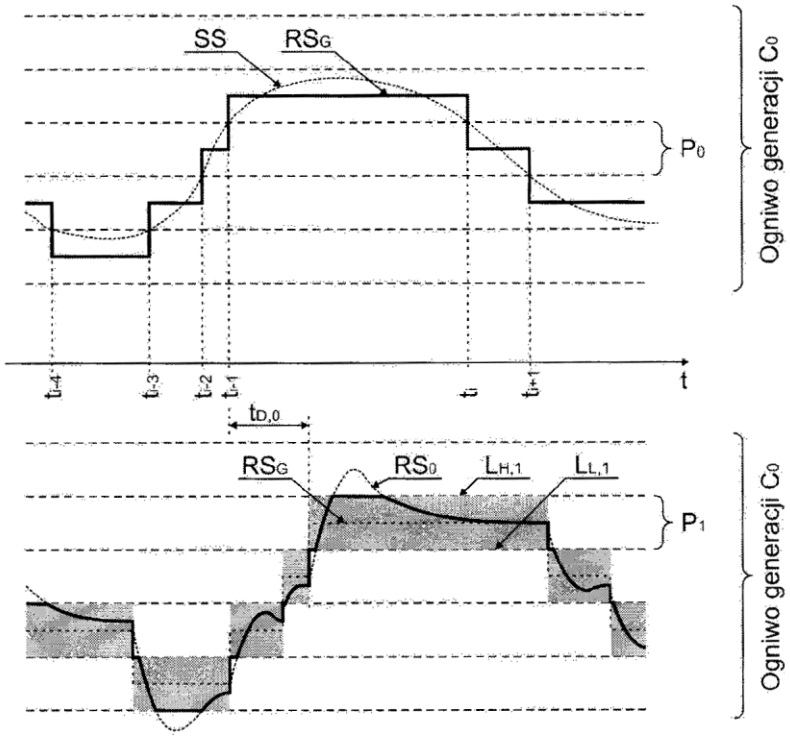

Fig. 2

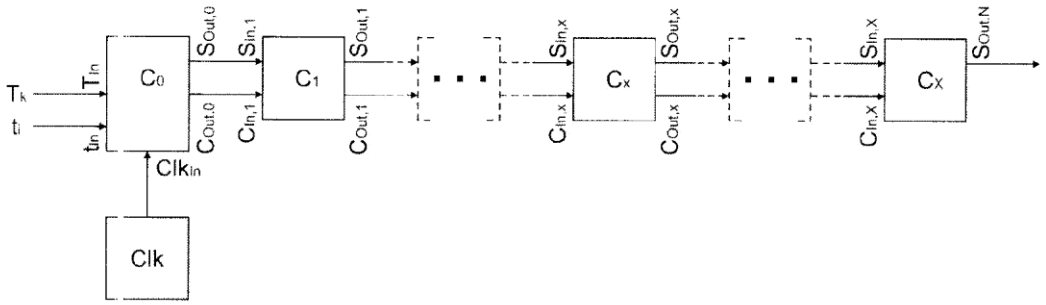
Tk
ti
Tin
tin
C0
SOut,0
COut,0
SIn,1
CIn,1
C1
SOut,1
COut,1
SIn,x
CIn,x
Cx
SOut,x
COut,x
SIn,X
CIn,X
CX
SOut,N
ClkIn
Clk

Fig. 3

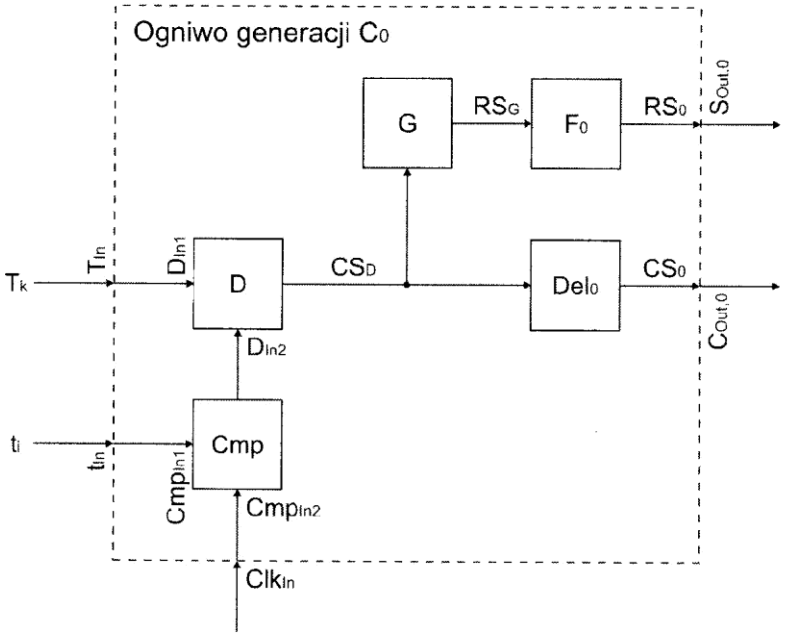
Ogniwo generacji C0
G
RSG
F0
RS0
SOut,0
Tk
TIn
DIn1
D
CSD
Del0
CS0
COut,0
DIn2
ti
tIn
Cmp
CmpIn1
CmpIn2
ClkIn

Fig. 4

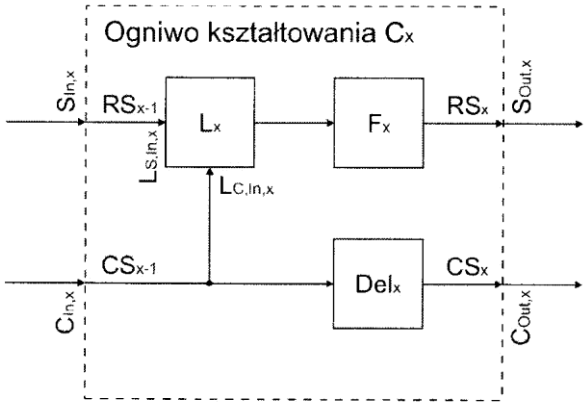
Ogniwo kształtowania Cx
SIn,x
RSx-1
Lx
Fx
RSx
SOut,x
LS,In,x
LC,In,x
CSx-1
Delx
CSx
CIn,x
COut,x

Fig. 5

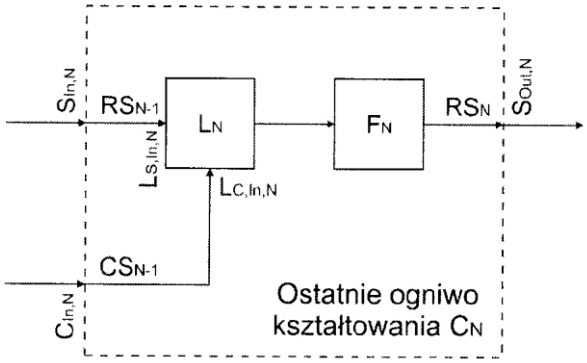
SIn,N
RSN-1
LN
FN
RSN
SOut,N
LS,In,N
LC,In,N
CSN-1
CIn,N
Ostatnie ogniwo
kształtowania CN

Fig. 6

Wykaz oznaczeń na rysunku

C_0	ogniwo generacji
$C_1, \ldots, C_N$	ogniwa kształtowania
$C_{In,1}, \ldots, C_{In,N}$	wejścia sterujące ogniw kształtowania, odpowiednio, $C_1, \ldots, C_N$
$C_{Out.0}$	wyjście sterujące ogniwa generacji C_0
$C_{Out,1}, \ldots, C_{Out.N}$	wyjścia sterujące ogniw kształtowania, odpowiednio, $C_1, \ldots, C_N$
Clk_{In}	wejście zegara
$Cmp_{In,1}$	pierwsze wejście komparatora Cmp
Cmp_{In2}	drugie wejście komparatora Cmp
D_{In1}	pierwsze wejście dekodera D
D_{In2}	drugie wejście dekodera D
$S_{In,1}, \ldots, S_{In,N}$	wejścia sygnałowe ogniw kształtowania, odpowiednio, $C_1, \ldots, C_N$
$S_{Out,0}$	wyjście sygnałowe ogniwa generacji C_0
$S_{Out,1}, \ldots, S_{Out,N}$	wyjścia sygnałowe ogniw kształtowania, odpowiednio, $C_1, \ldots, C_N$
t_{In}	wejście momentu
T_{In}	wejście progu kwantyzacji
Clk	zegar
Cmp	komparator
D	dekoder
G	generator
F_0	filtr ogniwa generacji C_0
$F_1, \ldots, F_N$	filtr ogniw kształtowania, odpowiednio, $C_1, \ldots, C_N$
$L_1, \ldots, L_N$	ograniczniki ogniw kształtowania, odpowiednio, $C_1, \ldots, C_N$
$L_{H,x}$	górny próg ograniczania ogranicznika L_x
$L_{L,x}$	dolny próg ograniczania ogranicznika L_x
$T_{D,0}$	opóźnienie układu opóźniającego Del_0 ogniwa generacji C_0
$T_{D,1}, \ldots, T_{D,N-1}$	opóźnienia układów opóźniających, odpowiednio, $Del_1, \ldots, Del_{N-1}$ ogniw kształtowania, odpowiednio, $C_1, \ldots, C_{N-1}$
t_i	wartość momentu
t_{i+1}	wartość kolejnego momentu
T_i	numer próg kwantyzacji
CS_0	wyjściowy sygnał sterujący ogniwa generacji C_0
$CS_1, \ldots, CS_{N-1}$	wyjściowy sygnał sterujący ogniwa kształtowania, odpowiednio, $C_1, \ldots, C_{N-1}$
CS_D	pierwotny sygnał sterujący
RS_0	wyjściowy sygnał rekonstruowany ogniwa generacji C_0
$RS_1, \ldots, RS_N$	wyjściowy sygnał rekonstruowany ogniwa kształtowania, odpowiednio, $C_1, \ldots, C_N$
RS_G	pierwotny sygnał rekonstruowany
SS	sygnał źródłowy

Departament Wydawnictw UPRP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)