

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

97770

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 23.06.75 (P. 181467)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 03.07.76

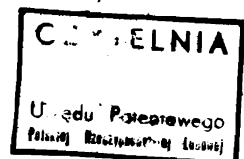
Opis patentowy opublikowano: 31.08.1978

MKP

G01r 23/00

Int. Cl.².

G01R 23/00



Twórca wynalazku: Danuta Gajkowicz-Dędyś

Uprawniony z patentu tymczasowego: Polska Akademia Nauk

Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej,
Warszawa (Polska)

Układ analizujący częstotliwości chwilowe przebiegów impulsowych

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest układ analizujący częstotliwości chwilowe przebiegów impulsowych należący do dziedziny cyfrowej techniki pomiarowej.

Stan techniki. Znany układ do wykrywania i pomiaru niewielkich chwilowych zmian częstotliwości w periodycznych przebiegach impulsowych zawiera na wejściu dzielnik częstotliwości z przerzutnikiem, którego wejście liczące połączone jest z zaciskiem wejściowym układu, a wyjścia połączone są poprzez układy różniczkujące z zaciskami wyjściowymi dzielnika. Do dzielnika podłączone są kanały częstotliwości, w których dwa zestawy multiwibratorów jednostabilnych podłączone są za pomocą dwóch układów „i” do układu „lub”, którego wyjście jest połączone z zaciskiem wyjściowym kanału. Każdy kanał zakończony jest zespołem wyznaczenia przedziału czasu. Zacisk wejściowy zespołu podłączony jest poprzez układ różniczkujący do przerzutnika, którego wyjścia połączone są poprzez dwie gałęzie z układem „lub”, a następnie poprzez inwertor z zaciskiem wyjściowym układu.

Omówiony układ wykrywa tylko niewielkie chwilowe zmiany częstotliwości nominalnej badanego przebiegu. Układem tym nie można wykrywać większych zmian częstotliwości chwilowej badanego przebiegu oraz nie można analizować przebiegów impulsowych według ich częstotliwości chwilowej.

Istota wynalazku. Układ według wynalazku posiada na wejściu zespół opóźniająco dzielący, który dzieli analizowany sygnał na cztery przebiegi. Otrzymane w tym zespole cztery ciągi impulsów podaje się do wejść czterowejściowych zespołów wydzielająco-przetwarzających, z których każdy wydziela z badanego przebiegu impulsy o zadanej częstotliwości chwilowej i przedstawia w postaci ujemnego napięcia otrzymywanego na jego wyjściu. Każdy z zespołów wydzielająco-przetwarzających może być układem prostym składającym się z układu wydzielającego połączonego z układem wyznaczania przedziału czasu lub też układem wydzielająco-przetwarzającym złożonym składającym się z szeregu prostych układów wydzielająco-przetwarzających połączonych równolegle. Ilość zespołów wydzielająco-przetwarzających jest równa ilości przedziałów, na które dzieli się zakres częstotliwości chwilowej badanego przebiegu.

Zaletą układu według wynalazku jest przeprowadzanie na bieżąco bezpośredniej analizy częstotliwościowej przebiegów impulsowych o dowolnej częstotliwości nominalnej i dowolnie dużych chwilowych zmianach tej częstotliwości. Dodatkową zaletą układu jest możliwość wybierania tylko niektórych interesujących przedziałów częstotliwości dla których ma być przeprowadzona analiza.

Objaśnienie figur na rysunkach. Przedmiot wynalazku jest odtworzony schematycznie w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu analizującego częstotliwości chwilowe przebiegów impulsowych, fig. 2 – zespół opóźniająco-dzielący, fig. 3 – schemat blokowo-logiczny zespołu wydzielająco-przetwarzającego złożonego, fig. 4 – schemat blokowy zespołu wydzielająco-przetwarzającego prostego, fig. 5 – schemat logiczny zespołu wydzielającego, fig. 6 – schemat logiczny zespołu wyznaczania przedziału czasu z inwertorem, fig. 7, fig. 8 i fig. 9 – przebiegi czasowe w poszczególnych punktach układu analizującego, fig. 10 – podział zakresu częstotliwości chwilowej na sąsiadujące ze sobą przedziały, fig. 11 – wydzielanie z zakresu częstotliwości chwilowej niesąsiadujących ze sobą przedziałów, fig. 12 – podział zakresu chwilowego okresu badanego przebiegu na sąsiadujące ze sobą przedziały, fig. 13 – wydzielanie z zakresu chwilowego okresu badanego przebiegu niesąsiadujących ze sobą przedziałów, fig. 14 – podział złożonego przedziału częstotliwości chwilowej na przedziały proste, fig. 15 – podział złożonego przedziału chwilowego okresu na przedziały proste, fig. 16 – podział wejściowego przebiegu impulsowego na przebiegi impulsów nieparzystych i parzystych oraz opóźnionych impulsów nieparzystych i opóźnionych impulsów parzystych.

Przykład wykonania wynalazku i jego działanie. Zacisk wejściowy Wej podłączony jest do zespołu opóźniająco-dzielącego OD, który jest połączony z zespołami wydzielająco-przetwarzającymi WP_i zakończonymi zaciskami wyjściowymi Wy_i , przy czym $i = 1, 2, 3, 4 \dots n$, zaś n jest liczbą przedziałów, na które dzieli się zakres częstotliwości chwilowej badanego przebiegu impulsowego według fig. 10, lub które wydziela się z tego zakresu według fig. 11.

Zespół opóźniająco-dzielący OD, podłączony do zacisku wejściowego układu Wej zawiera na wejściu przerzutnik P_1 , do którego wyjść podłączone są układy różniczkujące skok dodatni napięcia R_1 i R_3 , do których dołączone są zaciski wyjściowe dzielnika We_1 i We_3 . Do zacisków tych We_1 i We_3 dołączone są multiwibratory jednostabilne O_1 i O_2 , których czas τ_0 trwania stanu niestabilnego powinien być bardzo krótki. Do multiwibratora O_1 dołączony jest poprzez szeregowo przyłączony układ różniczkujący skok dodatni napięcia R_2 zacisk wyjściowy We_2 , natomiast do multiwibratora O_2 dołączony jest układ różniczkujący skok dodatni napięcia R_4 i zacisk wyjściowy We_4 .

Do zacisków We_1, We_2, We_3 i We_4 z fig. 1 podłączone jest n zespołów wydzielająco-przetwarzających WP_i , z których każdy może być zespołem wydzielająco-przetwarzającym złożonym WP_iZ z fig. 3 lub prostym WP_iP z fig. 4.

Zespoły wydzielająco-przetwarzające złożone WP_iZ składają się z m_i zespołów wydzielająco-przetwarzających prostych WP_iP (przy $k_i = 1, 2 \dots m_i$) przy czym m_i jest liczbą prostych przedziałów częstotliwości, na które podzielono i -ty złożony przedział częstotliwości. Prosty przedział częstotliwości jest przedział spełniający warunek

$$\Delta f_i^k \leq f_i^{k-1} \quad (1) \text{ z fig. 14}$$

lub

$$i \quad i-1 \quad (2) \text{ z fig. 10}$$

natomiast złożonym przedziałem częstotliwości jest przedział częstotliwości nie spełniający warunku (1) lub (2). Gdy $m_i > 1$ to i – ty zespół wydzielająco-przetwarzający jest zespołem złożonym, natomiast gdy $m_i = 1$ to i – ty zespół wydzielająco-przetwarzający jest zespołem prostym bez układu „lub” L_i .

Do zacisku We_1 każdego zespołu W_i^k z fig. 5 podłączone są wejścia We multiwibratorów jednostabilnych z samoistnym oraz wyzwalanym przejściem ze stanu niestabilnego do stanu stabilnego $O_{4i}^k, O_{5i}^k, O_{6i}^k$, a wejścia We tych multiwibratorów podłączone są do zacisku We_2 . Natomiast wejścia We multiwibratorów $O_{7i}^k, O_{8i}^k, O_{9i}^k$ podłączone są do zacisku We_3 , a wejścia Wa do zacisku We_4 . Multiwibratory O_{6i}^k i O_{7i}^k powinny mieć czas τ_0 trwania stanu niestabilnego bardzo krótki, natomiast czas τ_0 trwania stanu niestabilnego multiwibratorów O_{4i}^k i O_{8i}^k wynosi dla przedziałów częstotliwości Δf_i sąsiadujących ze sobą (fig. 10 i fig. 12) t_i^{k-1} dla podprzedziałów częstotliwości Δf_i^k sąsiadujących ze sobą (fig. 14 i fig. 15) oraz $t' (i-1)_g$ w przypadku przedziałów częstotliwości niesąsiadujących ze sobą (fig. 11 i fig. 13) przy czym

$$t_{i-1} = \frac{1}{f_{i-1}} \quad (3)$$

$$t_i^{k-1} = \frac{1}{f_i^{k-1}} \quad (4)$$

oraz

$$t' (i-1)_g = \frac{1}{f' (i-1)_g} \quad (5)$$

Czas τ_0 trwania stanu niestabilnego multiwibratorów 0_{51}^k i 0_{91}^k wynosi t_i w przypadku przedziałów częstotliwości Δf_i sąsiadujących ze sobą, t_i^k w przypadku podprzedziałów częstotliwości Δf_i^k sąsiadujących ze sobą oraz t'_{id} w przypadku przedziałów częstotliwości niesąsiadujących ze sobą, przy czym

$$t_i = \frac{1}{f_i} \quad (3)$$

$$t_i^k = \frac{1}{f_i^k} \quad (4)$$

oraz

$$t'_{id} = \frac{1}{f_{id}} \quad (5)$$

Wyjście multiwibratorów 0_{41}^k , 0_{51}^k , 0_{71}^k są połączone z układem „i” I_{11}^k , a wyjścia multiwibratorów 0_{61}^k , 0_{81}^k , 0_{91}^k z układem „i” I_{21}^k . Wyjście obu układów „i” I_{11}^k oraz I_{21}^k połączone są poprzez układ „lub” I_1^k z zaciskiem wyjściowym Wx_i^k zespołu W_i^k , do którego podłączony jest zespół X_i^k . Zacisk Wx_i^k połączony jest poprzez układ różniczkujący skok dodatni napięcia R_{10}^k z przerzutnikiem P_{41}^k . Wyjście tego przerzutnika P_{41}^k są połączone poprzez układy różniczkujące R_{111}^k , R_{121}^k i multiwibratory 0_{101}^k , 0_{111}^k oraz układy „i” I_{31}^k , I_{41}^k z układem „lub” L_{21}^k – którego wyjście jest połączone poprzez inwertor N_1^k z zaciskiem wyjściowym zespołu Wy_i^k . Równolegle do multiwibratorów 0_{101}^k , 0_{111}^k podłączony jest przerzutnik P_{51}^k .

Czasy τ_0 trwania stanu niestabilnego multiwibratorów jednostabilnych 0_{111}^k i 0_{111}^k muszą spełniać równość

$$\tau_i^k = \frac{f_i^k + \left(\frac{a}{2f_i^{k-1}} - f_i^k\right)}{f_i^k \cdot f_i^{k-1}} \quad (6)$$

gdzie: $0 < a < 1$

W przypadku gdy $m_i = 1$ i przedziały częstotliwości sąsiadują ze sobą

$$\tau_i = \frac{f_i + \left(\frac{a}{2f_{i-1}} - f_i\right)}{f_i \cdot f_{i-1}} \quad (7)$$

natomiast w przypadku gdy $m = 1$ i przedziały częstotliwości nie sąsiadują ze sobą

$$\tau_i = \frac{f_{id} + \frac{a}{2f_{(i-1)g}} - f_{id}}{f_{id} - f_{(i-1)g}} \quad (8)$$

Zaciski wyjściowe Wy_i^k prostych zespołów wydzielająco-przetwarzających WP_i^k dołączone są do wejść m – wejściowego układu „lub” L_i , którego wyjście Wy_i stanowi i-te wyjście układu analizującego.

Do zacisku wejściowego Wej układu przykłada się badany przebieg impulsowy pokazany na fig. 16a i 7a. Przebieg ten w zespole opóźniająco-dzielącym OD zostaje podzielony na cztery przebiegi, z których pierwszy pokazany na fig. 16e zawiera kolejne nieparzyste impulsy przebiegu wejściowego 1, 2, 3, 4 ... (j-1), j, (j+1) ... drugi – pokazany na fig. 16i zawiera kolejne nieparzyste impulsy opóźnione o czas τ_0 1₀, 2₀, 3₀, 4₀ ... (j-1)₀, j₀, (j+1)₀ ... trzeci – pokazany na fig. 16d zawiera kolejne parzyste impulsy przebiegu wejściowego 1', 2', 3', 4' (j-1)', j', (j+1)' ..., a czwarty przedstawiany na fig. 16h zawiera kolejne impulsy parzyste opóźnione o czas τ_0 1'₀, 2'₀, 3'₀, 4'₀ ... (j+1)₀', j'₀, (j+1)₀' , ..., .

Otrzymane w zespole opóźniająco-dzielącym OD cztery ciągi impulsów przedstawione na fig. 7/d, e, i, h oraz na fig. 11/d, e, i, h przykłada się do n czterowejściowych zespołów wydzielająco-przetwarzających WP_i , z których każdy i-ty zespół wydziela z badanego przebiegu impulsowego impulsy o częstotliwości chwilowej

zawartej w i -tym przedziale częstotliwości Δf_i i przedstawia w postaci ujemnego poziomu napięcia pojawiającego się na i -tym wyjściu Wy_i układu analizującego, co pokazano na fig. 9).

Podany przebieg impulsów z fig. 7/a przykłada się na wejście liczące We_j przerzutnika P_1 (fig. 2). Otrzymane na pierwszym wyjściu przerzutnika P_1 impulsy prostokątne, które przedstawiono na fig. 7/b różniczkuje się w układzie różniczkującym skoki dodatnie napięcia R_1 , w wyniku czego otrzymuje się na zacisku We_1 ciąg impulsów parzystych przedstawiony na fig. 7/d. Każdy impuls otrzymanego na zacisku We_1 ciągu impulsów parzystych powoduje przejście multiwibratora jednostabilnego O_1 w jego stan niestabilny, co powoduje pojawienie się na jego wyjściu impulsu ujemnego o czasie trwania równym τ_0 , co pokazano na fig. 7/f. Następnie otrzymane ujemne impulsy różniczkuje się w układzie różniczkującym skoki dodatnie napięcia R_2 , na wyjściu We_2 , którego otrzymuje się przebieg impulsów parzystych opóźniony o czas τ_0 , co pokazano na fig. 7/h.

Otrzymane na drugim wyjściu przerzutnika P_1 impulsy prostokątne c, które przedstawiono na fig. 7/c różniczkuje się w układzie różniczkującym z kolei dodatnie napięcie R_3 , w wyniku czego otrzymuje się na zacisku We_3 ciąg impulsów nieparzystych przedstawiony na fig. 7/e. Każdy impuls otrzymany na zacisku We_3 ciągu impulsów nieparzystych powoduje przejście multiwibratora jednostabilnego O_2 w stan niestabilny, co powoduje pojawienie się na jego wyjściu impulsu ujemnego o czasie trwania równym τ_0 , co pokazano na fig. 7/g. Następnie otrzymane ujemne impulsy różniczkuje się w układzie różniczkującym skoki dodatnie napięcia R_4 , na wyjściu którego We_4 otrzymuje się przebieg impulsów nieparzystych opóźniony o czas τ_0 , co pokazano na fig. 7/i.

Każdy i -ty zespół wydzielająco-przetwarzający może być zespołem prostym (fig. 4) albo zespołem złożonym (fig. 3), który zawiera m_i równolegle połączonych prostych zespołów wydzielająco-przetwarzających. Na fig. 8 i fig. 9 przedstawiono przebiegi w wybranych punktach i -tego prostego zespołu wydzielająco-przetwarzającego, przy czym na fig. 8 przedstawiono przebiegi w zespole wydzielającym impulsy o częstotliwości chwilowej zawartej w zakresie Δf_i ($f_{i-1} \leq f_j \leq f_i$), natomiast na fig. 9 przedstawiono przebiegi w zespole wyznaczenia przedziału czasu X_i .

Każdy impuls przebiegu impulsów parzystych pojawiający się na wejściu We_1 zespołu wydzielającego W_i , przedstawionego na fig. 5, zostaje przyłożony do wejść We multiwibratorów jednostabilnych O_4 , O_5 i O_6 doprowadzając je do stanu stabilnego, o ile znajdowały się w stanie niestabilnym. Po czasie τ_0 na wejściach We multiwibratorów jednostabilnych O_4 , O_5 i O_6 pojawiają się opóźnione impulsy przebiegu impulsów parzystych, wprowadzając te multiwibratory w stan niestabilny, który w multiwibratorze O_4 trwa przez czas t_{i-1} , w multiwibratorze O_5 trwa przez czas t_i oraz w multiwibratorze O_6 trwa przez czas τ_0 , co pokazano na fig. 8/j, k, l.

Równocześnie każdy impuls przebiegu impulsów nieparzystych pojawiający się na wejściu We_3 zespołu wydzielającego W_i , przedstawionego na fig. 5, zostaje przyłożony do wejść We multiwibratorów jednostabilnych O_7 , O_8 i O_9 doprowadzając je do stanu stabilnego, o ile znajdowały się w stanie niestabilnym. Po czasie τ_0 na wejściach We multiwibratorów jednostabilnych O_7 , O_8 i O_9 pojawiają się opóźnione impulsy przebiegu impulsów nieparzystych wprowadzając te multiwibratory w stan niestabilny, który w multiwibratorze O_7 trwa przez czas τ_0 w multiwibratorze O_8 trwa przez czas t_{i-1} oraz w multiwibratorze O_9 trwa przez czas t_i , co pokazano na fig. 8/m, n, o.

Przebiegi wyjściowe multiwibratorów jednostabilnych O_4 i O_5 , przedstawione na fig. 8/j i fig. 8/k zostają przyłożone do dwóch wejść układu „i” I_1 i powodują po każdym pojawieniu się na wejściu We_2 impulsu w ciągu opóźnionych impulsów parzystych j_0 otwarcie tego układu „i” I_1 na czas $\Delta t_i = t_{i-1} - t_i$ dla impulsów generowanych przez multiwibrator jednostabilny O_7 , które to impulsy przedstawiono na fig. 8/m. Przez układ „i” I_1 przechodzą więc tylko te impulsy generowane przez multiwibrator O_7 w chwilach występowania opóźnionych impulsów nieparzystych $(j+1)_0$, które występują po czasie t_i , a przed czasem t_{i-1} po wystąpieniu j_0 – tego opóźnionego impulsu parzystego.

Przebiegi wyjściowe multiwibratorów jednostabilnych O_8 i O_9 , przedstawione na fig. 8/n i 8/o zostają przyłożone do dwóch wejść układu „i” I_2 i powodują, po każdym pojawieniu się na wejściu We_4 impulsu w ciągu opóźnionych impulsów nieparzystych j_0 otwarcie tego układu „i” I_2 na czas $\Delta t_i = t_{i-1} - t_i$ dla impulsów generowanych przez multiwibrator jednostabilny O_6 w chwilach występowania opóźnionych impulsów nieparzystych $(j+1)_0$, które występują po czasie t_i , a przed czasem (t_{i-1}) po wystąpieniu j_0 – tego opóźnionego impulsu parzystego.

Otrzymane na wyjściach układów „i” I_{1i} (fig. 8/p) i I_{2i} (fig. 8/r) impulsy sumuje się w układzie „lub” L_i na wyjściu Wx_i , którego otrzymuje się przebieg impulsowy przedstawiony na fig. 8/s o częstotliwości chwilowej spełniającej nierówność

$$f_{i-1} < f_{ij} < f_i \quad (8)$$

lub

$$f_{ij} < \frac{f_i}{2} \quad (9)$$

w przypadku sąsiadujących ze sobą prostych przedziałów częstotliwości Δf_i lub jedną z nierówności

$$f_{(i-1)g} < f_{ij} < f'_{id} \quad (10)$$

$$f_{ij} < \frac{f_{id}}{2} \quad (11)$$

w przypadku niesąsiadujących ze sobą prostych przedziałów częstotliwości lub jedną z nierówności:

$$f_i^{k-1} < f_{ij} < f_i^k \quad (12)$$

$$f_{ij} < \frac{f_i^k}{2} \quad (13)$$

w przypadku sąsiadujących ze sobą prostych przedziałów częstotliwości Δf_i^k , na które podzielono złożony przedział częstotliwości Δf_i .

Przebieg impulsowy uzyskany na wyjściu Wx_i^k zespołu wydzielającego W_i^k zostaje przyłożony na wejście Wx_i^k zespołu wyznaczenia przedziału czasu X_i , w którym to zespole zostaje przetworzony na dwa poziomy napięcia ujemny i zerowy. Występujący na wyjściu Wy_i^k zespołu wyznaczenia przedziału czasu X_i^k poziom ujemny napięcia oznacza, że częstotliwość chwilowa badanego przebiegu impulsowego $F_j = \frac{I}{T_j}$ zawiera się w granicach

$$\Delta f_i^k = f_i^k - f_i^{k-1},$$

czyli że

$$f_i^{k-1} < F_j < f_i^k \quad (14)$$

Natomiast poziom zerowy oznacza, że

$$F_j > f_i^k \quad (15)$$

lub

$$F_j < f_i^{k-1} \quad (16)$$

W przypadku, gdy przedział częstotliwości Δf_i jest prosty, to otrzymany na wyjściu Wy_i^k ($k = 1$) przebieg jest przebiegiem wyjściowym Wy_i układu analizującego, natomiast gdy przedział częstotliwości Δf_i jest złożony, to przebiegi otrzymane na wyjściach wszystkich m_i podzespołów wydzielająco-przetwarzających przykłada się na m_i wejść układu „lub” L_i , na którego wyjściu Wy_i otrzymuje się przebieg wyjściowy układu analizującego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ analizujący częstotliwości chwilowe przebiegów impulsowych zawierający zespoły wyznaczenia przedziału czasu, z n a m i e n n y t y m, że posiada na wejściu zespół opóźniająco-dzielący (OD), rozdzielający badany przebieg na cztery ciągi impulsów, połączony z czterowejściowymi zespołami wydzielająco-przetwarzającymi ($WP_1, WP_2 \dots WP_i \dots WP_n$), których ilość jest równa ilości przedziałów, na które dzieli się analizowany przebieg a otrzymane na ich wyjściach napięcia są proporcjonalne do ilości impulsów o zadanej częstotliwości chwilowej.

2. Układ według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że czterowejściowe zespoły wydzielająco-przetwarzające (WP_i) są zespołami prostymi (WP_iP) składającymi się z układu wydzielania (W_i) połączonego z układem wyznaczenia przedziału czasu (X_i).

3. Układ według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że czterowejściowe zespoły wydzielająco-przetwarzające (WP_i) są zespołami złożonymi (WP_iZ) składającymi się z m prostych zespołów wydzielająco-przetwarzających (WP_iP) o wspólnie połączonych wejściach i wyjściach połączonych z m – wejściowym układem (L_i).

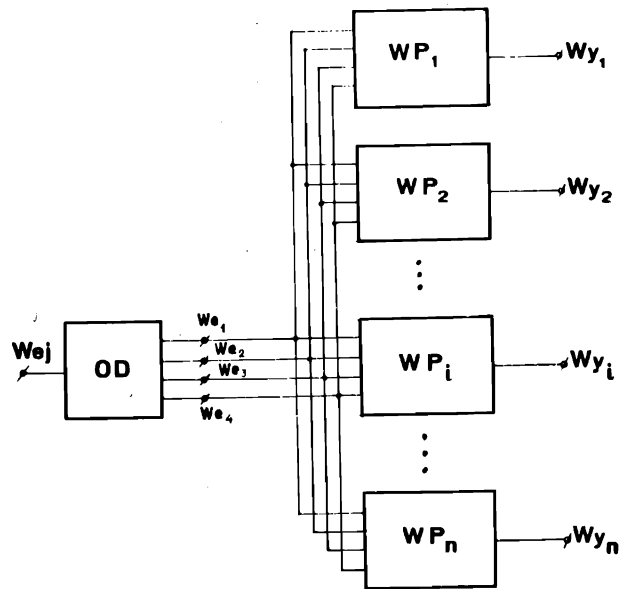


FIG. 1

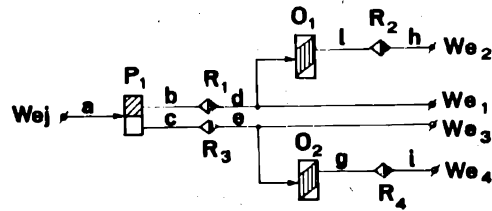


FIG. 2

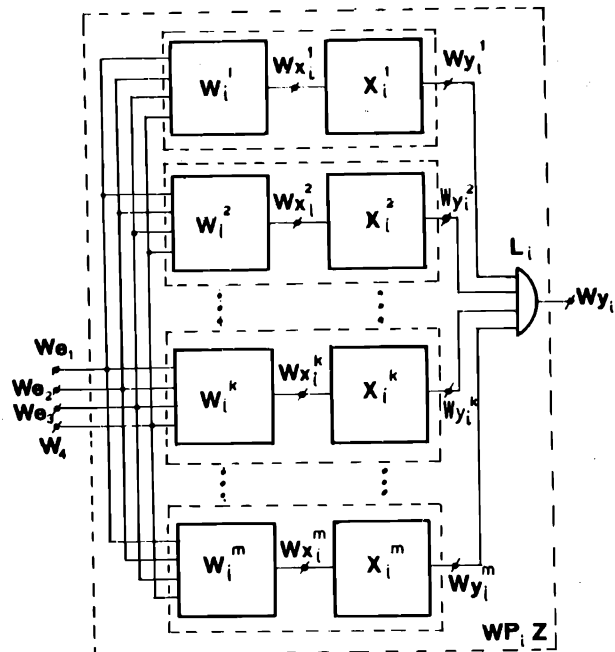


FIG. 3

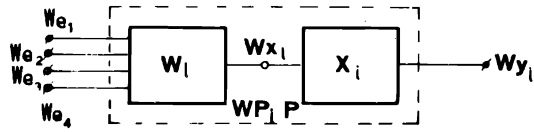


FIG. 4

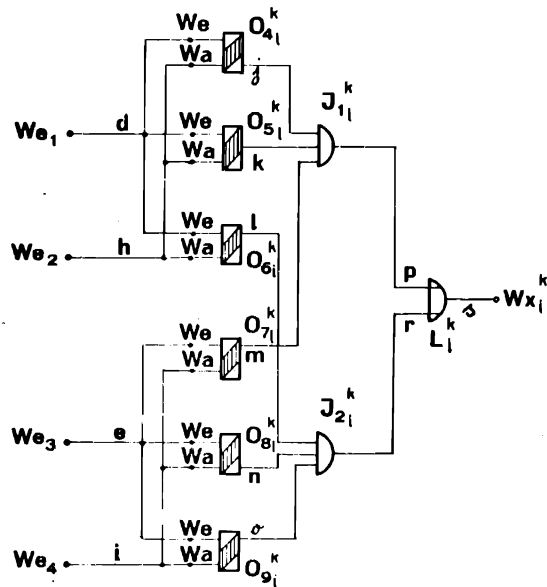


FIG. 5

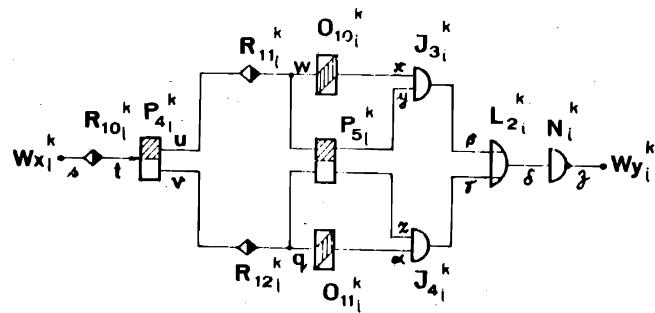


FIG. 6

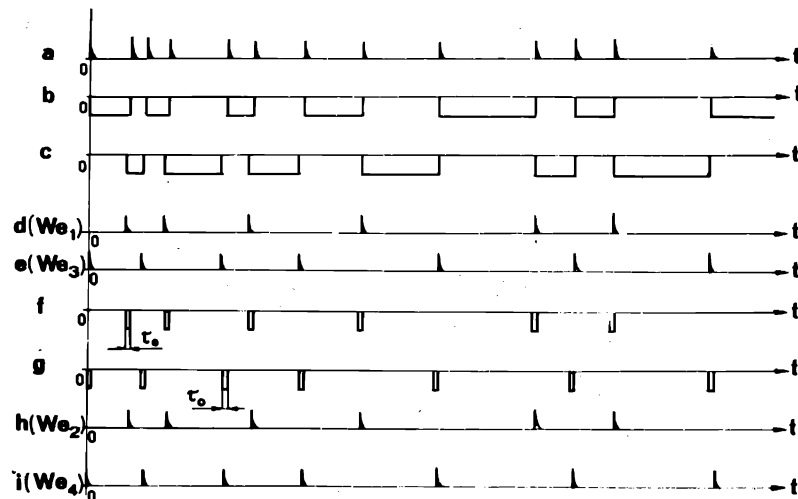


FIG. 7

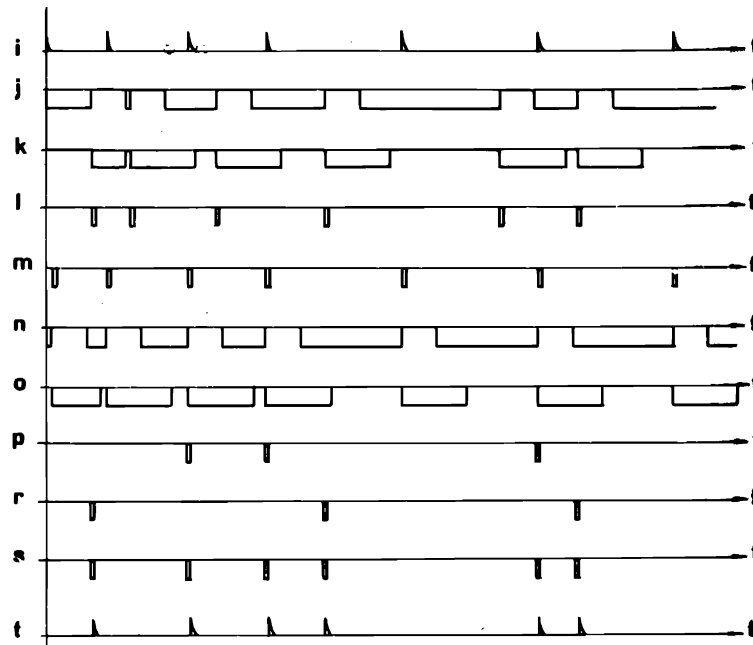


FIG. 8

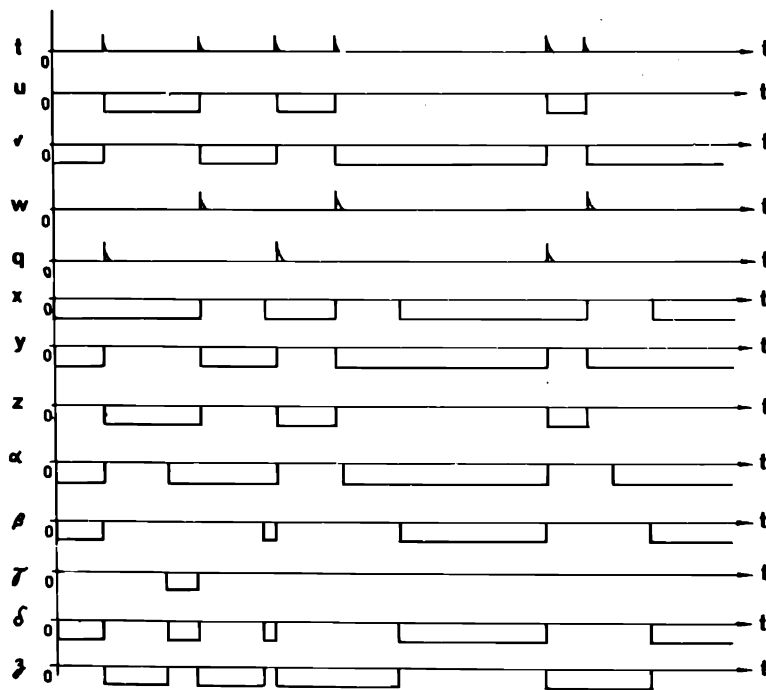


FIG. 9

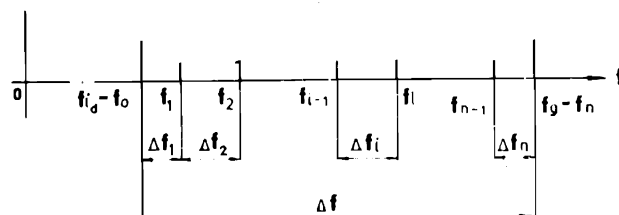


FIG. 10

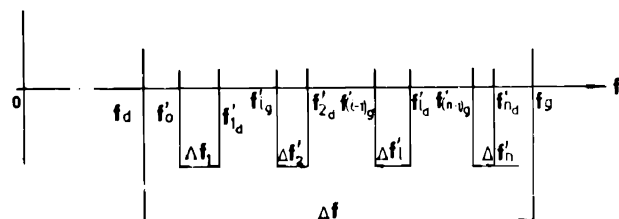


FIG. 11

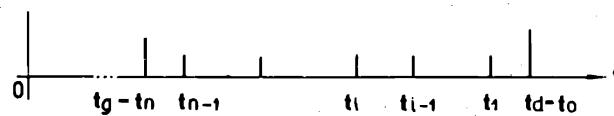


FIG. 12

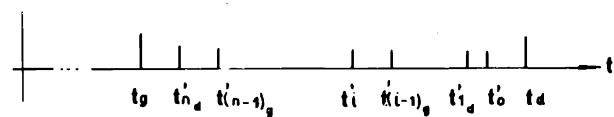


FIG. 13

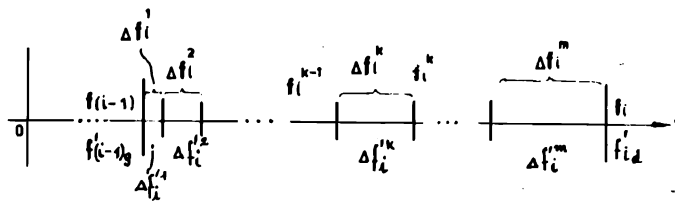


FIG. 14

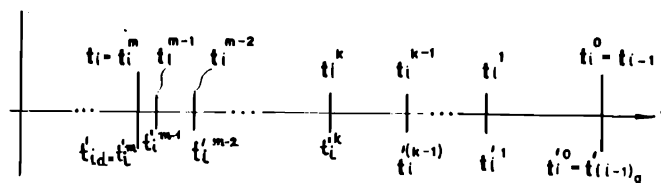


FIG. 15

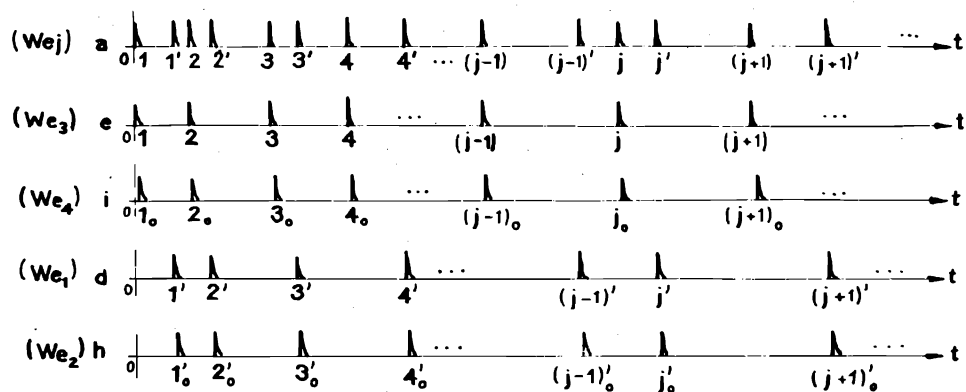


FIG. 16