

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 08.V.1969 (P 133 422)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 20.XI.1971

Kl. 42 m³, 1/02

MKP G 06 f, 1/02

UKD 681.325.023:
:621.3

Twórca wynalazku: Andrzej Papliński

Właściciel patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Urządzenie do obliczania wartości funkcji liczby impulsów

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do obliczania wartości funkcji liczby impulsów.

Urządzenia cyfrowe do obliczania wartości funkcji liczby impulsów, które przychodzą na jego wejście znajdują liczne zastosowania w technice pomiarów cyfrowych i w układach automatyki. Przykładowo przy pomiarze grubości folii metodami izotopowymi mierzona grubość jest funkcją natężenia promieniowania, a więc liczby impulsów pojawiających się na wyjściu detektora promieniowania w ciągu określonego czasu. Dotychczasowe konstrukcje takich urządzeń oraz metody ich projektowania zależały w zasadniczy sposób zarówno od funkcji, której wartość miały obliczać, jak i od przyjętego kodu reprezentującego wartości liczbowe.

Celem wynalazku jest podanie urządzenia do obliczania wartości danej funkcji liczby impulsów, którego struktura w niewielkim stopniu zależy od funkcji a nie zależy od przyjętego kodu obliczeń.

Cel wynalazku został osiągnięty przez opracowanie urządzenia, które zawiera licznik impulsów wejściowych kodujący ich liczbę za pomocą stanów swych przerzutników, układ różniczkujący wytwarzający impulsy przejściowe przy zmianach stanów przerzutników licznika impulsów wejściowych, układ kombinacyjny przetwarzający stany przerzutników licznika impulsów wejściowych na wartości funkcji przełączających, które są jedynkami dla tych kombinacji stanów kodujących liczbę impulsów, dla których wartości przyrostów obliczanej funkcji liczby impulsów są różne od zera, układ bramkujący przepuszczający na podstawie wartości funkcji przełączających odpowiednie impulsy przejściowe tworząc z nich impulsy wyjściowe kodujące wartości przyrostów obliczanej funkcji liczby impulsów, oraz rewersyjny licznik wyniku zliczający impulsy wyjściowe tworząc bieżącą wartość obliczanej funkcji liczby impulsów.

2

W odmianie urządzenia według wynalazku zamiast licznika wyniku, można użyć sumatora wraz z rejestrem wyniku sumującego impulsy wyjściowe. Urządzenie do obliczania wartości funkcji liczby impulsów przedstawiono na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy urządzenia, fig. 2 tablicę na podstawie której zaprojektowano urządzenie służące do obliczania przykładowej funkcji liczby impulsów, fig. 3 schemat logiczny urządzenia do obliczania przykładowej funkcji liczby impulsów, a fig. 4 wykresy czasowe sygnałów na wyjściach poszczególnych elementów zaprojektowanego urządzenia.

Urządzenie składa się z licznika impulsów wejściowych 1 połączonego z wejściami układu różniczkującego 2 wytwarzającego impulsy przejściowe $\{p_{ij}\}$ oraz z wejściami układu kombinacyjnego 3 wytwarzającego wartości funkcji przełączających $\{\varphi_{ai}\}$ sterujące przepuszczaniem przez połączony z układami 2 i 3 układ bramkujący 4 właściwych dla danej funkcji liczby impulsów $f(k)$ impulsów przejściowych $\{p_{ij}\}$ przy czym, wyjście układu bramkującego 4 jest połączone z licznikiem wyniku 5 sumującym impulsy wyjściowe $\{y_a\}$ kodujące wartości przyrostów obliczanej funkcji liczby impulsów $f(k)$.

Impulsy wejściowe $\{x_k\}$ są podawane na wejście lic-

nika 1 i powodują zmianę stanów $\{Q_i\}$ jego przerzutników. Niech zmiana stanu typu „1 $\rightarrow$ 0” oznacza tę zmianę stanu i-tego przerzutnika, która jest użyta do zmiany stanu następnego, tj. i+1-go przerzutnika licznika 1. Układ różniczkujący 2 wytwarza impulsy przejściowe $\{p_{ij}\}$ przy przeciwnych do wyżej podanych zmianach stanów przerzutników licznika 1 oznaczanych jako zmiany typu „0 $\rightarrow$ 1”, co odpowiada rozdzielaniu ciągu impulsów wejściowych $\{x_k\}$ na ciągi impulsów przejściowych $\{p_{ij}\}$ tak, iż dla każdego impulsu wejściowego $\{x_k\}$ pojawia się tylko jeden impuls przejściowy $\{p_{ij}\}$, przy czym zerowy ciąg impulsów przejściowych $\{p_{0j}\}$ pojawia się dla co drugiego impulsu wejściowego, pierwszy ciąg impulsów przejściowych $\{p_{1j}\}$ dla co czwartego impulsu wejściowego, drugi ciąg impulsów przejściowych $\{p_{2j}\}$ dla co ósmego impulsu wejściowego i odpowiednio dalej dla pozostałych ciągów.

Stany $\{Q_0, Q_1, \dots, Q_{m-1}\}$ przerzutników licznika 1 impulsów wejściowych, które kodują argument k obliczanej funkcji są podawane na wejście układu kombinacyjnego 2 realizującego funkcje przełączające $\{\varphi_{ai} (Q_{i+1}, \dots, Q_{m-1})\}$. Jeśli przyjąć dla prostoty, że przyrost obliczanej funkcji liczby impulsów $f(k) = f(k) - f(k-1)$ przybiera dla $k = 1, 2, \dots, k_{max}$ tylko trzy wartości $-1, 0, +1$, to syntezą funkcji przełączających $\{\varphi_{ai}\}$ przeprowadza się według następujących zależności:

$$\begin{aligned} \varphi_{1i}(j) &= 1 & \text{gdy } f'((2 \cdot j + 1) \cdot 2^i) &= -1, \\ \varphi_{1i}(j) &= \varphi_{2i}(j) = 0 & \text{gdy } f'((2 \cdot j + 1) \cdot 2^i) &= 0, \\ \varphi_{2i}(j) &= 1 & \text{gdy } f'((2 \cdot j + 1) \cdot 2^i) &= +1, \end{aligned}$$

gdzie: $i = 0, 1, \dots, m-1$ jest numerem funkcji $\{\varphi_{ai}\}$,
 m jest liczbą przerzutników licznika impulsów wejściowych,

$$j = \sum_{s=0}^{m-2-i} Q_{i+1+s} \cdot 2^s \text{ jest plus-dwójkowym numerem kombinacji argumentów } i\text{-tej funkcji } \{\varphi_{ai} (Q_{i+1}, \dots, Q_{m-1})\},$$

przy czym $j = 0, 1, \dots, 2^{m-1-i} - 1$.

Zmieniając „i” w granicach od 0 do $m-1$, a „j” od 0 do $2^{m-1-i} - 1$ można zestawiać logiczne tabele prawdy dla funkcji przełączających $\{\varphi_{ai}\}$ na podstawie danej funkcji przyrostowej $f'(k)$. Przykładowo wartość funkcji przełączającej $\varphi_{13}(4)$ będzie jedynką, jeśli wartość funkcji przełączającej $f'(72) = -1$.

Układ bramkujący 4 realizuje logiczną sumę iloczynów impulsów przejściowych $\{p_{ij}\}$ i wartości funkcji przełączających $\{\varphi_{ai}\}$ tworząc impulsy wyjściowe $\{y_a\}$:

$$y_a = p_0 \cdot \varphi_{a0} \vee p_1 \cdot \varphi_{a1} \vee \dots \vee p_{m-1} \cdot \varphi_{a,m-1}.$$

Każdy impuls wejściowy x_k powoduje ustawienie przerzutników licznika 1 w odpowiednim dla numeru k stanie, wygenerowanie właściwego impulsu przejściowego p_{ij} i pojawienie się odpowiednich wartości funkcji przełączających $\{\varphi_{ai}\}$. W zależności od ich wartości układ bramkujący 4 przepuści, albo zatrzyma wygenerowany impuls przejściowy p_{ij} tworząc z niego impuls wyjściowy y_a , który zliczony jest w liczniku wyniku 5. Dla przypadku dwóch różnych od zera wartości przyrostów funkcji pojawienie się na wejściu licznika wyniku 5 impulsu y_1 odpowiada przyrostowi $f'(k) = -1$, a impulsu y_2 przyrostowi $f'(k) = +1$.

Dla takiego przypadku licznik wyniku 5 jest licznikiem dwuwejściowym, rewersyjnym (sumująco-odejmujący), zliczającym impulsy $\{y_a\}$. W przypadku użycia sumatora współpracującego z rejestrem wyniku zamiast licznika wyniku 5, impulsy $\{y_a\}$ kodujące przyrost funkcji są dodawane za pomocą sumatora do poprzedniej wartości obliczanej funkcji $f(k-1)$ tworząc w rejestrze wyniku aktualną wartość funkcji liczby impulsów $f(k)$.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na podstawie urządzenia zaprojektowanego dla obliczania wartości przykładowej funkcji niemonotomicznej przedstawionej w tablicy na fig. 2. W kolumnie 01 podano wartości argumentu $k = 0, 1, \dots, 31$, w kolumnie 02 wartości funkcji liczby impulsów $f(k)$, a w kolumnie 03 wartości jej przyrostów $f'(k)$.

W kolumnach 04 i 05 podano tablice prawdy funkcji przełączających $\{\varphi_{ai}\}$ zestawione według podanych uprzednio zależności. Funkcje przełączające $\{\varphi_{1j}\}$ odpowiadają ujemnym przyrostom $f'(k)$, a $\{\varphi_{2j}\}$ dodatnim. Przykładowo funkcja przełączająca $\varphi_{22} (Q_3, Q_4)$ zamieszczona w kolumnie 05 przyjmuje dla $j = 0, 1, 2, 3$ wartości odpowiednio 1, 0, 0, 0, ponieważ $f'((2 \cdot j + 1) \cdot 2^2) = +1, 0, 0, 0$.

Z logicznych tabeli prawdy otrzymano następujące wyrażenia dla funkcji przełączających $\{\varphi_{ai}\}$:

$$\varphi_{10} = Q_4 \cdot \bar{Q}_2 \cdot Q_1 \vee Q_4 \cdot \bar{Q}_3 \cdot Q_2 \cdot \bar{Q}_1,$$

$$\varphi_{11} = Q_4 \cdot \bar{Q}_3,$$

$$\varphi_{12} = 0, \quad \varphi_{13} = Q_4, \quad \varphi_{14} = 0,$$

$$\varphi_{20} = \bar{Q}_4 \cdot \bar{Q}_3 \cdot \bar{Q}_2 \vee \bar{Q}_4 \cdot Q_1 \vee Q_3 \cdot Q_2,$$

$$\varphi_{21} = \bar{Q}_4 \cdot \bar{Q}_3 \vee \bar{Q}_4 \cdot \bar{Q}_2,$$

$$\varphi_{22} = \bar{Q}_4 \cdot \bar{Q}_3, \quad \varphi_{23} = \bar{Q}_4, \quad \varphi_{24} = 0.$$

Schemat logiczny przykładowego urządzenia przedstawia fig. 3. Linią przerywaną zaznaczono poszczególne bloki urządzenia jak na fig. 1. Fig. 4 przedstawia wykresy czasowe sygnałów w poszczególnych punktach urządzenia.

Jeśli na wejściu urządzenia pojawi się impuls wejściowy o przykładowym numerze $k = 18$, to jak wynika z wykresów czasowych na fig. 4 spowoduje to ustawienie się przerzutników licznika impulsów wejściowych w stanie $Q_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 = 01001$, wygenerowanie impulsu p_{14} , który zostanie przez układ bramkujący przepuszczony na wyjście y_1 ponieważ $\varphi_{11} = 1$, co spowoduje zmniejszenie o jeden stanu licznika wyniku tak, że wartość obliczanej funkcji wyniesie $f(18) = 10$.

Podstawowe zalety wynalazku polegają na tym, że struktura urządzenia liczącego nie zależy od kodu przyjętego do reprezentowania wartości funkcji i mało zależy od samej funkcji, której wartości będą obliczane. Zmiana kodu wymaga użycia odpowiedniego licznika wyniku 5, a zmiana funkcji wymaga wymiany tylko części kombinacyjnej 3. Istotną zaletą jest brak sprzężeń zwrotnych w układzie, co umożliwia osiągnięcie dużej szybkości, oraz brak ryzyka w części kombinacyjnej i bramkującej, ponieważ wartości funkcji przełączających $\{\varphi_{ai}\}$ ustalają się przed pojawieniem się bramkowanego przez nie impulsu przejściowego $\{p_{ij}\}$. Osiągnięcie dużej prędkości liczenia ułatwia ponadto fakt, że pierwszy przerzutnik licznika impulsów wejściowych jest obciążany tylko przez układ różniczkujący ponieważ stan

pierwszego przerzutnika Q_0 , nie jest argumentem żadnej funkcji przełączającej $\{\varphi_{ai}\}$.

Podana konstrukcja nie jest optymalna, ze względu na liczbę użytych elementów logicznych, to znaczy że dla określonej funkcji i przy ustalonym kodzie liczenia może istnieć układ zbudowany na innej zasadzie zawierający niekiedy mniej elementów logicznych, nie posiadający jednak wspomnianych zalet urządzenia według wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do obliczania wartości funkcji liczby impulsów składające się z licznika impulsów wejściowych, układu różniczkującego, układu kombinacyjnego, układu bramkującego i licznika wyniku, **znamiennie tym**, że wyjścia licznika (1) impulsów wejściowych ($\{x_k\}$) kodującego liczbę (k) impulsów wejściowych przy pomocy stanów ($\{Q_i\}$) swoich przerzutników są połączone z wejściami układu różniczkującego (2) wytwarzającego impulsy przejściowe ($\{p_{ij}\}$) przy zmianach typu „0 $\rightarrow$ 1”

stanów ($\{Q_i\}$) oraz z wejściami układu kombinacyjnego (3) przetwarzającego stany ($\{Q_i\}$) na wartości funkcji przełączających ($\{\varphi_{ai}\}$), przy czym wartości funkcji przełączających ($\{\varphi_{ai}\}$) są jedynkami dla tych kombinacji stanów ($\{Q_i\}$) kodujących liczbę impulsów (k), dla których wartości przyrostów ($f'(k)$) są różne od zera, a wyjścia układu różniczkującego (2) i kombinacyjnego (3) są połączone z wejściami układu bramkującego (4) sterowanego wartościami funkcji przełączających ($\{\varphi_{ai}\}$) i przepuszczającego te impulsy przejściowe ($\{p_{ij}\}$), z których tworzone są impulsy wyjściowe ($\{y_a\}$) kodujące wartości kolejnych przyrostów ($f'(k)$) obliczanej funkcji liczby impulsów, przy czym wyjścia układu bramkującego (4) są połączone z licznikiem wyniku (5) zliczającym impulsy wyjściowe ($\{y_a\}$) przez to otrzymana jest dla każdego impulsu wejściowego (x_k) aktualna wartość obliczanej funkcji liczby impulsów ($f(k)$).

2. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że w miejsce licznika wartości funkcji (5) użyto do sumowania impulsów wyjściowych ($\{y_a\}$) kodujących wartości przyrostów ($f'(k)$) sumator wraz z rejestrem wyniku.

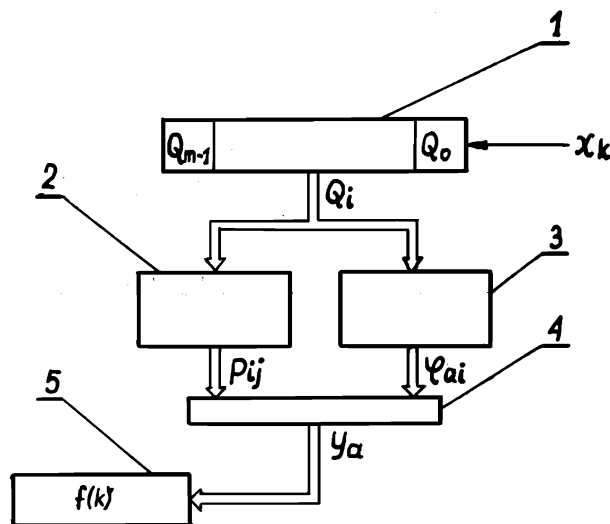


fig.1

01	02	03	04					05				
k	f(k)	f'(k)	φ_{10}	φ_{11}	φ_{12}	φ_{13}	φ_{14}	φ_{20}	φ_{21}	φ_{22}	φ_{23}	φ_{24}
0	0	-										
1	1	+1	0					1				
2	2	+1		0					1			
3	3	+1	0					1				
4	4	+1			0					1		
5	4	0	0					0				
6	5	+1		0					1			
7	6	+1	0					1				
8	7	+1				0					1	
9	7	0	0					0				
10	8	+1		0					1			
11	9	+1	0					1				
12	9	0			0					0		
13	10	+1	0					1				
14	10	0		0					0			
15	11	+1	0					1				
16	11	0					0					0
17	11	0	0					0				
18	10	-1		1					0			
19	9	-1	1					0				
20	9	0			0					0		
21	8	-1	1					0				
22	7	-1		1					0			
23	7	0	0					0				
24	6	-1				1					0	
25	6	0	0					0				
26	6	0		0					0			
27	5	-1	1					0				
28	5	0			0					0		
29	6	1	0					1				
30	6	0		0					0			
31	7	1	0					1				

fig.2

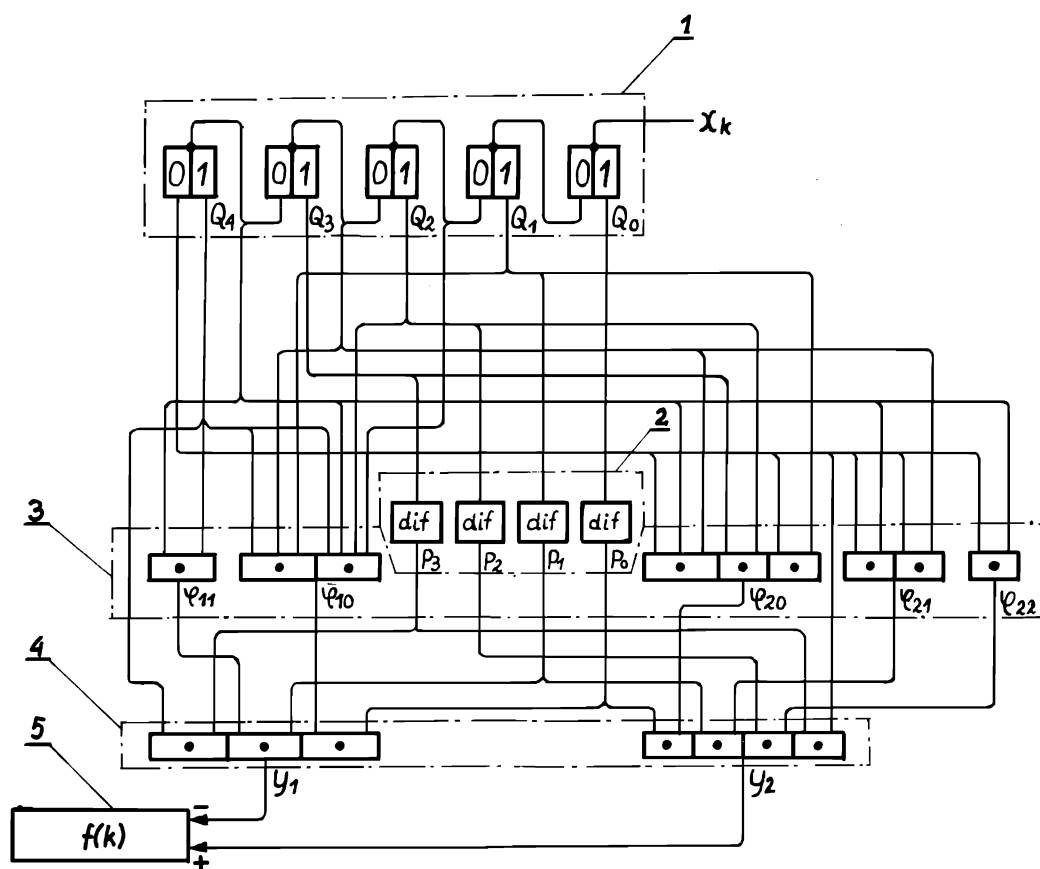


fig. 3

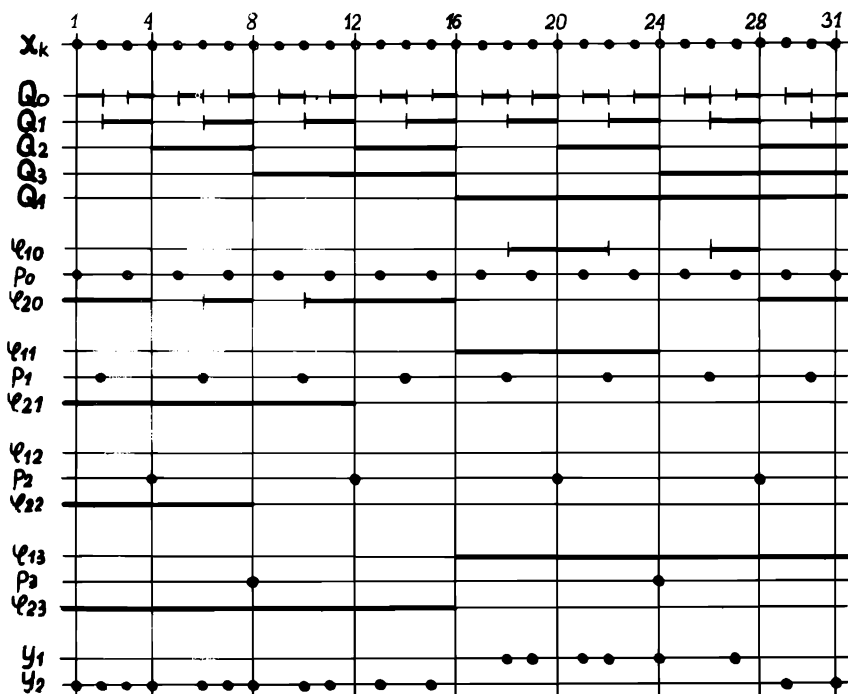


fig. 4