



Patent dodatkowy
do patentu

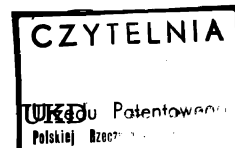
Zgłoszono: 23.I.1965 (P 107 098)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 10. IX. 1968

Kl. 42 m³, 7/50

MKP G 06 f 7/50



Twórca wynalazku: dr inż. Konrad Fiałkowski

Właściciel patentu: Politechnika Warszawska (Katedra Budowy Maszyn
Matematycznych), Warszawa (Polska)

**Sposób wykonywania podstawowych działań arytmetycznych
pierwszego stopnia w elektronicznych i innych urządzeniach cy-
frowych wykorzystujących do przedstawiania liczb zapis dzie-
siętny kodowany dwójkowo**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wykonywa-
nia podstawowych działań arytmetycznych stopnia
pierwszego w elektronicznych maszynach i innych
urządzeniach cyfrowych wykorzystujących do
przedstawiania liczb zapis dziesiętny kodowany
dwójkowo, umożliwiając skrócenie czasu sumowa-
nia w sumatorze równoległym. Skrócenie czasu su-
mowania według wynalazku osiąga się poprzez
wykluczenie propagacji przeniesień w sumatorze
w wyniku odpowiedniego wykorzystania stosowa-
nego zapisu dziesiętnego kodowanego dwójkowo.
Możliwość skrócenia czasu sumowania jest jedną
z konsekwencji użycia stosowanego zapisu i auto-
matycznie z wykorzystania tego zapisu nie wynika.

W stosowanych dotychczas zapisach dziesiętnych
kodowanych dwójkowo każda tetrada reprezento-
wała jedną z dziesięciu cyfr: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
8, 9. Cyfry te były reprezentowane przez dziesięć
różnych czterobitowych słów binarnych. Natomiast
pozostałych sześć czterobitowych słów binarnych,
które również można zapisać w tetradzie, nie miało
znaczenia liczbowego i nie było wykorzystywane
przy wykonywaniu podstawowych działań arytmetycz-
nych stopnia pierwszego.

Ponadto w stosowanych dotychczas sposobach
wykonywania podstawowych działań arytmetycz-
nych stopnia pierwszego cyfra wyniku zapisywana
w danej tetradzie zależna była od odpowiednich
cyfr argumentów działania, oraz od przeniesienia
z poprzedniej względem danej tetrady, które było

2

generowane po ustaleniu wartości wyniku na po-
przedniej względem danej tetradzie. W niektórych
przypadkach uzależnionych od wartości argumen-
tów, taki sposób wykonywania działań prowadził
do propagacji przeniesień poprzez kilka tetrad,
a tym samym zwiększał czas wykonywania dzia-
łania. Przy stosowaniu sposobu według wynalazku
przeniesienie przychodzące na daną tetradę usta-
lane jest równocześnie z wynikiem na poprzedniej
tetradzie i jest od wyniku tego niezależne. Wsku-
tek tego propagacja przeniesień nie jest możliwa.
Celem wynalazku jest skrócenie czasu sumowa-
nia w sumatorze równoległym.

Zgodnie z wytyczonym zadaniem skrócenie czasu
sumowania w sumatorze równoległym, przy wyko-
rzystaniu zapisu dziesiętnego kodowanego dwój-
kowo o wagach 8, -4, -2, 1 uzyskuje się według
wynalazku wskutek tego, że określenie częściowego
wyniku w danej tetradzie realizowane jest jedynie
na podstawie odpowiadających tej tetradzie war-
tości tetrad argumentów, przy czym przeniesienie
o wartościach -1, 0, +1 generowane równocześnie
do następnej względem danej tetrady jest tak do-
brane, że każda z cyfr częściowego wyniku w danej
tetradzie leży wewnątrz przedziału domkniętego
utworzonego z wartości reprezentowanych w przy-
jętym zapisie.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony
na przykładzie. W przykładowym zapisie dziesięt-
nym kodowanym dwójkowo o wagach: 8, -4, -2,

1 w każdej tetradzie można zapisać dowolną z liczb: —6, —5, —4, —3, —2, —1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Tak np. 1011 przedstawia liczbę 7. Dla przykładowego sumatora $a + b$ sumującego liczby w tym zapisie tablica przedstawia tabele sumowania. Symbole a_0, a_1, a_2, a_3 przedstawiają kolejne bity danej tetrady pierwszego sumowania argumentu, przy czym a_0 przedstawia najbardziej znaczący bit (odpowiadający wadze +8). Analogicznie bity b_0, b_1, b_2, b_3 przedstawiają kolejne bity danej tetrady drugiego sumowania argumentu. Wartości tych bitów podawane są w kolumnach tabeli. Jeżeli wartość bitów nie wpływa na wartość generowanego przeniesienia w kolumnach odpowiadających tym bitom wpisane jest słowo: „dowolne”. Oprócz kolumn: $a_0, b_0, a_1, b_1, a_2, b_2, a_3, b_3$ po lewej stronie tabeli dzielonej na lewą i prawą stronę kreską pionową występuje kolumna: zakres sumy. W każdym wierszu tej kolumny podawany jest zakres liczb, które mogą powstawać w wyniku sumowania wartości $a_0, b_0, a_1, b_1, a_2, b_2, a_3, b_3$ podanych w tym samym wierszu, przy czym podane w kolumnie liczby ograniczające zakres należą do tego zakresu. W kolumnie określającej zakres uwzględniona jest również możliwość dodania poprzednika i następnika do danej tetrady. Pierwsza kolumna prawej strony tabeli podaje wartość przeniesienia do następnej tetrady. Wartości te mogą być: —1 (poprzednik), 0, +1 (następnik). Następna kolumna prawej strony podaje zakres wyniku. W każdym wierszu zakres wyniku powstaje przez odjęcie pomnożonej przez dziesięć wartości przeniesienia od zakresu sumy. Liczby ograniczające zakres wyniku włączane są do zakresu wyniku. Zakres wyniku jest nie większy od zakresu liczb reprezentowanych przez jedną tetradę w przyjętym zapisie. W podanym przykładzie zakres ten jest nie większy od —6, 9.

W podanym przykładzie przeniesienie do następ-

nej, względem danej tetrady wyznaczane jest przez następujące funkcje boolowskie:

$$p_{-1} = (a_0 + b_0) (a_1 + b_1)$$

$$p_{+1} = (a_0 + b_0) (a_1 + b_1) \overline{a_2 b_2} + a_0 b_0 a_1 \overline{b_1} + a_0 b_0 a_1 b_1 a_2 b_2$$

gdzie p_{-1} przeniesienie do następnej tetrady o wartości —1 (poprzednik) i p_{+1} przeniesienie do następnej tetrady o wartości +1 (następnik).

W sumatorze zbudowanym według wynalazku czas całkowitego sumowania równy czasowi sumowania w jednej tetradzie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wykonywania podstawowych działań arytmetycznych pierwszego stopnia w elektronicznych i innych urządzeniach cyfrowych, wykorzystujących do przedstawiania liczb zapis dziesiętny kodowany dwójkowo, zawierający zero, cyfry 1 do 9, oraz niektóre niewłaściwe cyfry dziesiętne („ujemne”) **znamienny tym**, że określenie częściowego wyniku w danej tetradzie realizowane jest jedynie na podstawie odpowiadających tej tetradzie wartości tetrad argumentów, przy czym przeniesienie o wartościach —1, 0, +1 generowane równocześnie do następnej, względem danej tetrady jest tak dobrane, że każda z cyfr częściowego wyniku w danej tetradzie leży wewnątrz przedziału domkniętego utworzonego z wartości reprezentowanych w przyjętym zapisie.
2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że liczby stanowiące argumenty działań oraz wynik przedstawiane są w ten sposób, iż więcej niż dziesięć spośród szesnastu słów binarnych zapisywalnych w jednej tetradzie przedstawia wartości liczbowe.

55715

5						6		
a ₀	b ₀	a ₁	b ₁	a ₂	b ₂	a ₃	b ₃	
						zakres	wartość	zakres
						sumy	przeniesienia	wyniku
0	0	0	0	dowolne		-5,+ 3	0	-5,+3
0	0	0	1	dowolne		-9,- 1	-1	+1,+9
0	0	1	0	dowolne		-9,- 1	-1	+1,+9
0	0	1	1	dowolne		-13,- 5	-1	-3,+5
0	1	0	0	0	0	dowol.	+1	-3,+1
0	1	0	0	0	1	dowol.	+1	-5,-1
0	1	0	0	1	0	dowol.	+1	-5,-1
0	1	0	0	1	1	dowol.	0	+3,+7
0	1	0	1	dowolne		-1,+ 7	0	-1,+7
0	1	1	0	dowolne		-1,+ 7	0	-1,+7
0	1	1	1	dowolne		-5,+ 3	0	-5,+3
1	0	0	0	0	0	dowol.	+1	-3,+1
1	0	0	0	0	1	dowol.	+1	-5,-1
1	0	0	0	1	0	dowol.	+1	-5,-1
1	0	0	0	1	1	dowol.	0	+3,+7
1	0	0	1	dowolne		-1,+ 7	0	-1,+7
1	0	1	0	dowolne		-1,+ 7	0	-1,+7
1	0	1	1	dowolne		-5,+ 3	0	-5,+3
1	1	0	0	dowolne		+11,+19	+1	+1,+9
1	1	0	1	dowolne		+7,+15	+1	-3,+5
1	1	1	0	dowolne		+7,+15	+1	-3,+5
1	1	1	1	0	0	dowol.	+1	-3,+1
1	1	1	1	0	1	dowol.	+1	-5,-1
1	1	1	1	1	0	dowol.	+1	-5,-1
1	1	1	1	1	1	dowol.	0	+3,+7