

# Десятиричный симметричный полный программный сумматор с несимметричными нонитами

Очевидно, что девяти симметричным нонитам можно поставить в соответствие девять несимметричных нонитов и производить полное (трёхоперандное, трёхаргументное) симметричное сложение в нонарных (десятиричных) несимметричных кодах. Это позволяет обойтись без знаков «+» и «-» в записи десятиричных симметричных чисел, что вдвое уменьшает размер массивов десятиричного симметричного полного сумматора.

Таблица соответствий симметричных нонитов:

+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	десятиричный симметричный нонит
8	7	6	5	4	3	2	1	0	десятиричный несимметричный нонит

Таблица соответствий симметричных тритов:

+1	0	-1	троичный симметричный трит
2	1	0	троичный несимметричный трит

Листинг программы сложения двух 16-ти разрядных десятиричных симметричных чисел на TurboBasic'e:

```
'Nonary Symmetric Full Adder with Nonsymmetric Nonits
CLS
COLOR 10,0

'Adder Initialisation
DIM F3NS%(8,8,2),F3NC%(8,8,2)

FOR K%=0 TO 2
  FOR J%=0 TO 8
    FOR I%=0 TO 8
      F3NS%(I%,J%,K%)=(I%+J%+K%+4) MOD 9
      LOCATE J%+1,10*K%+I%+1
      PRINT CHR$(F3NS%(I%,J%,K%)+&H30);
    NEXT I%
  PRINT
NEXT J%
PRINT
NEXT K%

FOR K%=0 TO 2
  FOR J%=0 TO 8
    FOR I%=0 TO 8
      F3NC%(I%,J%,K%)=(I%+J%+K%+4) \ 9
      LOCATE J%+1,31+10*K%+I%+1
      PRINT CHR$(F3NC%(I%,J%,K%)+&H30);
    NEXT I%
  PRINT
NEXT J%
PRINT
NEXT K%

'Input Nonary Symmetric Numbers in
'Nonary Symmetric with Nonsymmetric Symbols Representation
A$="0008008008008008"
B$="0004005006007008"
C%=0
PRINT A$
PRINT B$
PRINT "-----"
```

```

'Nonary Symmetric with Nonsymmetric Simbol Representation to
'Massiv of Nonary Decimal Representation of Binary
DIM A$(15),B$(15),A%(15),B%(15),S%(15)
FOR I%=0 TO 15
  A$(I%)=MID$(A$,16-I%,1)
  IF ASC(A$(I%))<58 THEN A%(I%)=VAL(A$(I%)) ELSE A%(I%)=ASC(A$(I%))-&H37
  'PRINT A%(I%);
  B$(I%)=MID$(B$,16-I%,1)
  IF ASC(B$(I%))<58 THEN B%(I%)=VAL(B$(I%)) ELSE B%(I%)=ASC(B$(I%))-&H37
  'PRINT B%(I%);
NEXT I%

MTIMER
'adding
FOR I%=0 TO 15
  S%(I%)=F3NS%(A%(I%),B%(I%),C%)
  C%      =F3NC%(A%(I%),B%(I%),C%)
NEXT I%
ElapsedTime=MTIMER

FOR I%=15 TO 0 STEP -1
  PRINT CHR$(S%(I%)+&H30);
NEXT I%
PRINT "  Nonary Nonsymmetric Code"
PRINT "It took";ElapsedTime;"microseconds"
FOR I%=15 TO 0 STEP -1
  PRINT STR$(S%(I%)-4);
NEXT I%
PRINT "  Nonary Symmetric Code"
S#=0
FOR I%=0 TO 15
  S#=S#+(S%(I%)-4)*9^I%
  'PRINT S#
NEXT I%
PRINT S#;
PRINT "  Decimal Representation of Binary Code"
PRINT
PRINT "It is in 2*ln9/ln3=4 times faster then"
PRINT "'Setun' and 'Setun-70' Ternary Symmetric Half Adder"

END

```

```

C:\DOCUMENTS\1\P4PE~1.000\C316~1\ADDERN~1\NOBA88~1\NONARY~2\TB.EXE
456780123 567801234 678012345 000001111 000011111 000111111
567801234 678012345 780123456 000011111 000111111 001111111
678012345 780123456 801234567 000111111 001111111 011111111
780123456 801234567 012345678 001111111 011111111 111111111
801234567 012345678 123456780 011111111 111111111 111111112
012345678 123456780 234567801 111111111 111111112 111111122
123456780 234567801 345678012 111111112 111111222 111112222
234567801 345678012 456780123 111111222 111112222 111122222
345678012 456780123 567801234 111112222 111122222 111222222

0008008008008008
0004005006007008
-----
4457458460461462  Nonary Nonsymmetric Code
It took 89 microseconds
0 0 1 3 0 1 4 0 2-4 0 2-3 0 2-2  Nonary Symmetric Code
3394198355254  Decimal Representation of Binary Code

It is in 2*ln9/ln3=4 times faster then
'Setun' and 'Setun-70' Ternary Symmetric Half Adder

```

Рис.1. Снимок с экрана результата выполнения программы на TurboBasic'e.

По длине операндов 16-ти разрядный девятиричный полный сумматор эквивалентен  $16 * \ln 9 / \ln 2 \approx 50,7$ -битному двоичному полному сумматору.

Десятиричный сумматор является одной из  $9^{((9^3)*2)} \approx 8,85 * 10^{1391}$

$$n^{(n^P * R)} = 9^{(9^3 * 2)} \approx 8,85 * 10^{1391}$$

тринарных (трёхoperandных, трёхаргументных) десятиричных логических функций с бинарным выходом, где n - основание системы счисления, P - количество аргументов (операндов, входов), а R - количество выходов, что на много-много порядков больше, чем все большие числа Дирака вместе взятые.

**Время суммирования двух нонитов равно одному времени считывания результата из трёхмерного массива десятиричного симметричного полного сумматора в ОЗУ (SRAM).**

**По длине операндов сумматор подобен  $\ln 9 / \ln 2 \approx 3,17$ -битному двоичному сумматору.**

Так как десятиричный симметричный полный сумматор производит полное тринарное (трёхoperandное, трёхаргументное) сложение (складывает два нонита и трит переноса) за один проход, а не два трита и трит переноса за два последовательных прохода, как в троичном симметричном полусумматоре в ЭВМ "Сетунь" и "Сетунь-70" Соболева и Брусенцова, то **теоретикологикоматематически десятиричный симметричный полный сумматор, как минимум, в  $2 * \ln 9 / \ln 3 = 4$  раза быстрее троичного симметричного полусумматора в эвм "Сетунь" и "Сетунь-70" Соболева и Брусенцова.**

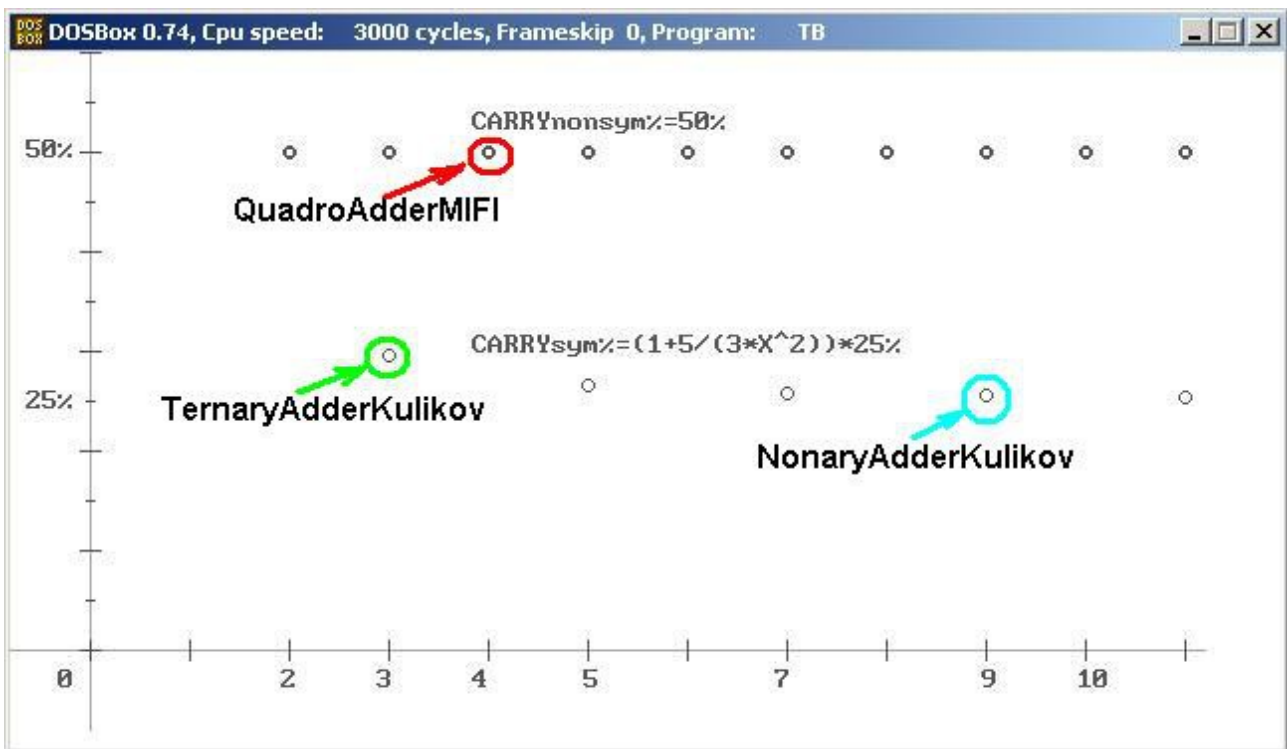


Рис.2. Количество переносов в несимметричных и в симметричных полных (трёхoperandных, трёхаргументных) сумматорах.

Из-за большего основания системы счисления (9 вместо 4) **десятиричный симметричный сумматор в  $\ln 9 / \ln 4 \approx 1,58$  раз быстрее и четырёхбитных**

## одноразрядных (4-Bit UnoUnary BinaryCodedQuadro, 4B UU BCQ) квадрасумматоров команды из МИФИ под руководством Хетагурова.

В исследовании показана возможность построения программного табличного двадцатисемиричного симметричного полного сумматора, но из-за того, что время суммирования в табличных сумматорах на одноядерных компьютерах не зависит от количества переносов, то нет нужды и в построении симметричного сумматора, достаточно и несимметричного, который проще симметричного.

Время суммирования в полном сумматоре Когге-Стоуна теоретически эквивалентном N-разрядному девятиричному ( $2*dt*N$ ) без учёта переносов (а переносы в сумматоре Когге-Стоуна, как и в других чётных и нечётных несимметричных сумматорах, возникают в 50% случаев) равно:

$$ts=2*(\log_2(N*n)+1)*dt=2*(\log_2(N*9)+1)*dt.$$

Число нонаразрядов	Время сложения в девятиричном сумматоре	Время сложения в сумматоре Когге-Стоуна
1	$2*dt$	$8,34*dt$
2	$4*dt$	$10,34*dt$
3	$6*dt$	$11,51*dt$
4	$8*dt$	$12,34*dt$
5	$10*dt$	$12,98*dt$
6	$12*dt$	$13,51*dt$
7	$14*dt$	$13,95*dt$
8	$16*dt$	$14,34*dt$

Т.е. сумматор Когге-Стоуна "обгоняет" девятиричный несимметричный сумматор только при числе разрядов равном и большем эквивалентным 8-ми девятиричным разрядам ( $8*\ln 9/\ln 2 \approx 25,36$ -битов). Но в нечётном симметричном девятиричном полном сумматоре переносов почти вдвое меньше (около 25%), чем в чётном несимметричном сумматоре Когге-Стоуна (50%) и для "обгона" сумматору Когге-Стоуна потребуется ещё больше эквивалентных двоичных разрядов, а с увеличением разрядности аппаратные затраты и стоимость разряда в сумматоре Когге-Стоуна увеличиваются очень сильно.

В электронном исполнении сумматора сложение можно ускорить путём разбиения чисел на две части и отдельного быстрого вычисления переноса для второй части числа. При этом большой массив с большим основанием потребуется только для быстрого вычисления тритов переноса для второй части числа. Сами же части числа можно вычислять на сумматорах в меньших массивах с меньшим основанием.

В программных сумматорах это эквивалентно разбиению чисел на две части и распараллеливанию вычисления суммы на два ядра в многоядерных процессорах.

Андрей Куликов, Москва, Россия-Русь, 2019.01.16.