

Четверичный полный сумматор

Таблица истинности четверичного одноразрядного полного (трёхаргументного, трёхоперандного, трёхвходового) сумматора:

```
A 3210321032103210 3210321032103210
B 3333222211110000 3333222211110000
C 1111111111111111 0000000000000000
-----
S 3210210310320321 2103103203213210=FQ3SumMod4
C 111111011001000 1110110010000000=FQ3Carry
```

Перенос не бывает больше 1 и возникает в 16-ти случаях из 32-х (в 50% случаев).

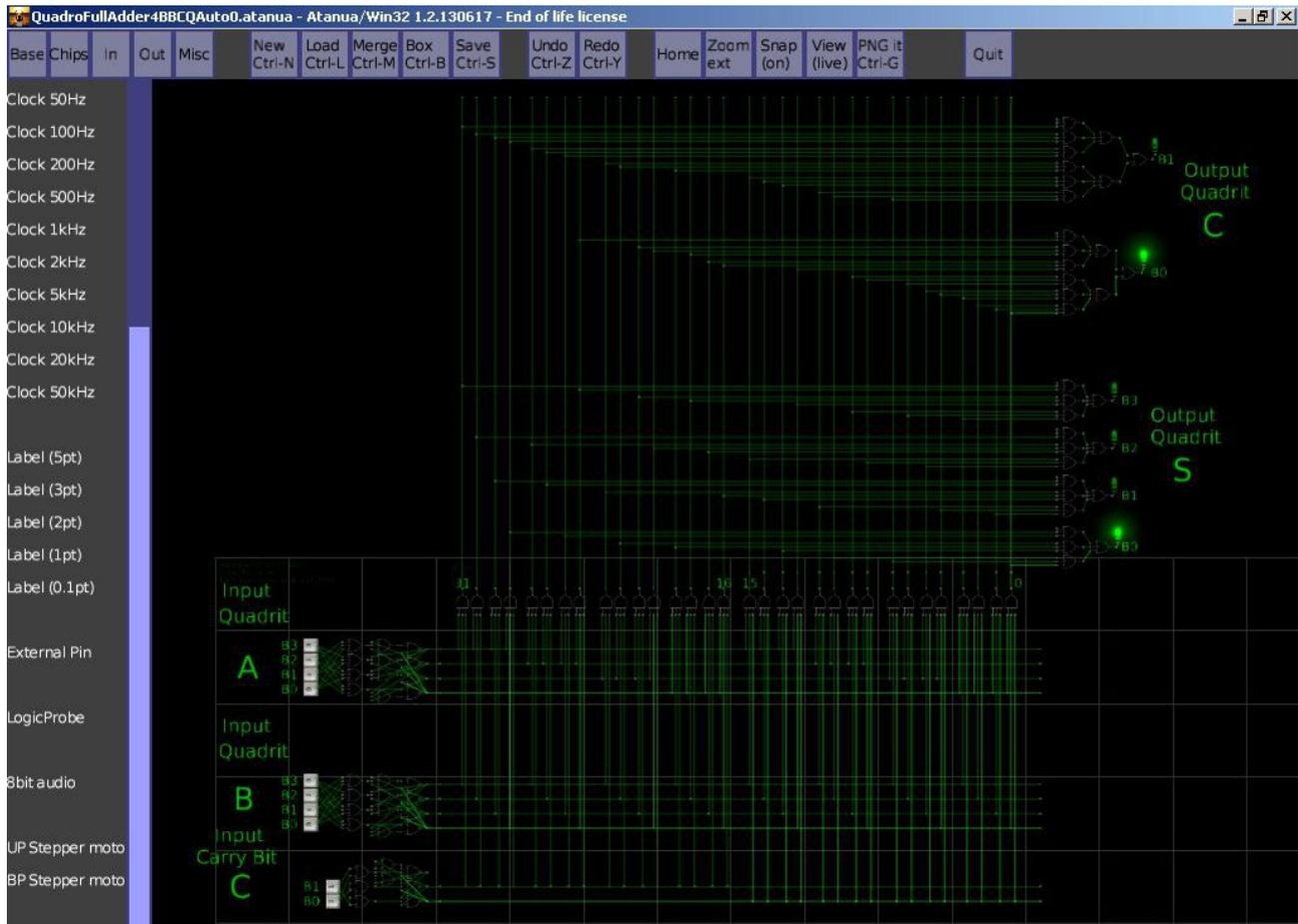


Рис.1. Снимок модели четверичного четырёхбитного одноединичного (4-Bit BinaryCodedQuadro UnoUnary, 4B BCQ UU) полного сумматора в симуляторе логических схем Atanua/Win32 1.2.130617.

Код модели:

<http://andserkul.narod.ru/QuadroFullAdder4BBCQAuto0.atanua>

По вышеприведённой таблице истинности на Turbo Basic'e был написан программный табличный четверичный полный сумматор и программа сложения на нём двух 16-ти разрядных четверичных целых чисел без знака:

```
CLS 'Quadro Full Adder
COLOR 10,0

DIM FQ3SumMod4%(3,3,1),FQ3Carry%(3,3,1)
' 10987654321098765432109876543210
```

```

FQ3SumMod4$="32102103103203212103103203213210"
FQ3Carry$ ="11111111110010001110110010000000"

FOR K%=0 to 1
  FOR J%=0 to 3
    FOR I%=0 to 3
      N%=I%+J%*4+K%*16
      FQ3SumMod4%(I%,J%,K%) = VAL(MID$(FQ3SumMod4$,32-N%,1))
      FQ3Carry% (I%,J%,K%) = VAL(MID$(FQ3Carry$, 32-N%,1))
    NEXT I%
  NEXT J%
NEXT K%

'PRINT FQ3SumMod4$
'PRINT FQ3Carry$
'PRINT

' 5432109876543210
A$="0002002003003003"
B$="0001002001002003"
C%=0
PRINT A$
PRINT B$
PRINT "-----"

DIM A%(15),B%(15),S%(15)

FOR I%=0 TO 15
  A%(I%)=VAL(MID$(A$,16-I%,1))
  B%(I%)=VAL(MID$(B$,16-I%,1))
NEXT I%

MTIMER
'adding
FOR I%=0 TO 15
  S%(I%)=FQ3SumMod4%(A%(I%),B%(I%),C%)
  C% =FQ3Carry% (A%(I%),B%(I%),C%)
NEXT I%
ElapsedTime=MTIMER

FOR I%=15 TO 0 STEP -1
PRINT CHR$(S%(I%)+&H30);
NEXT I%
PRINT
PRINT

PRINT "Elapsed time=";ElapsedTime;"microseconds"

END

```

```
C:\DOCUME~1\P4PE~1.000\C316~1\Adders\ADDERQ~1\TB.EXE
0002002003003003
0001002001002003
0003010010011012
Elapsed time = 88 microseconds
```

Рис.1. Снимок с экрана результата суммирования.

В первой строке — первый операнд.

Во второй строке — второй операнд.

В третьей строке — сумма.

В четвёртой строке — время суммирования в микросекундах.

Выводы:

1. Программные табличные полные сумматоры с основанием системы счисления равной $2^2=4$ -м могут работать на обычных двоичных компьютерах без каких либо изменений и дополнений в аппаратной части компьютера.

2. Так как $4^{16} = 2^{32}$, то 16-ть четверичных разрядов эквивалентны 32-м двоичным разрядам, а 16-ти разрядный четверичный полный сумматор эквивалентен 32-х разрядному двоичному сумматору.

3. Так как две пары двоичных шестнадцатиразрядных чисел можно конкатенировать и сложить обе пары вместе на четверичном табличном сумматоре, то четверичный табличный сумматор выполняет два двоичных шестнадцатиразрядных сложения за один проход, т. е. четверичный табличный шестнадцатиразрядный сумматор в $(4/2=2)$ два раза быстрее и производительнее, чем двоичный табличный шестнадцатиразрядный сумматор и в $(4/3=1,33)$ раза быстрее и производительнее, чем троичный табличный шестнадцатиразрядный сумматор.

4. При последовательном суммировании на табличных сумматорах время суммирования почти не зависит от величины основания системы счисления, поэтому, для увеличения быстродействия компьютера, выгодно увеличивать основание системы счисления сумматора, сам же компьютер при этом остаётся прежним, двоичным.

5. Приблизительно при одном и том же времени суммирования диапазон сумм табличного четверичного последовательного сумматора
в $4\ 294\ 967\ 296_{10}/65\ 536_{10} = \mathbf{65\ 536}$ раз (**почти на пять порядков**) больше диапазона сумм табличного двоичного последовательного сумматора,
в $4\ 294\ 967\ 296/21\ 523\ 361 = \mathbf{199,5}$ раз больше диапазона сумм табличного троичного несимметричного последовательного сумматора и
в $\mathbf{4\ 294\ 967\ 296/43\ 046\ 721 = 99,8}$ раза (**почти на два порядка**) больше диапазона сумм последовательного табличного двоичного 16-ти битного последовательного сумматора.

Андрей Куликов, Москва, Россия-Русь, версия 2019.09.11.