



## Сопряжение троичного АЦП последовательного приближения с троичным ЦАП на матрице напряжений

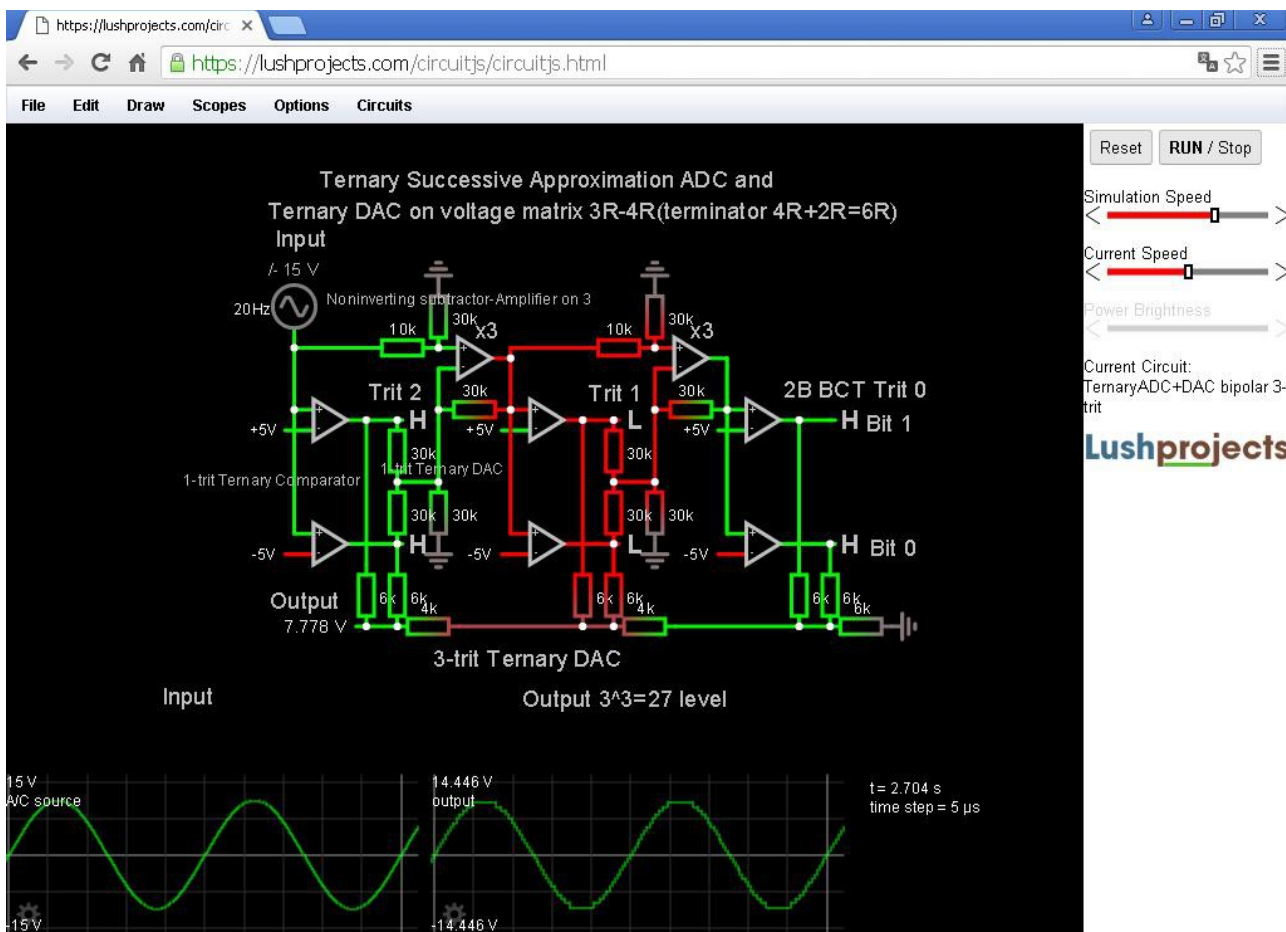


Рис.1. Снимок модели сопряжения троичного АЦП последовательного приближения, биполярного, 3-х тритного и троичного ЦАП на матрице напряжений, биполярного, 3-х тритного [3, Fig.1], в симуляторе электронных схем Circuit Simulator.

Включить Circuit Simulator с моделью: <http://tinyurl.com/y6a56bor>

Скачать код модели в Circuit Simulator:  
[http://andserkul.narod.ru/TernaryADC\\_DAC\\_bipolar\\_3-trit.noext](http://andserkul.narod.ru/TernaryADC_DAC_bipolar_3-trit.noext)

Эквивалентное сопротивление двух параллельных резисторов по  $6R$  (по  $6\text{ кОм}$ ) равно  $3R$  ( $3\text{ кОм}$ ).

Сопряжение троичного АЦП [1] и троичного ЦАП [2] используется в троичных АЦП последовательного приближения. Данная модель была разработана для исследования характеристик полного тракта троичный АЦП - троичный ЦАП. Как

можно заметить на снимке, уже при 3-х тритном преобразовании ( $3^3 = 27$  уровней дискретизации) выходная цифровая синусоида (график справа) на вид не очень сильно отличается от входной аналоговой синусоиды (график слева).

На разработанной модели были произведены опыты по определению надёжности модели. По очереди отключалось по одному элементу модели. В большинстве случаев отключение одного любого элемента приводило к искажению синусоиды, но некое подобие синусоиды всё ещё оставалось.

Недостатком модели является то, что троичный ЦАП на матрице напряжений не восстанавливает полностью амплитуду входного сигнала (14,45 Вольт вместо 15 Вольт). Недостача 0,55 Вольт от 15 Вольт составляет 3,67%, но, так как выход троичного ЦАП является не силовым, а линейным, то возможна компенсация недостачи усилением в следующих каскадах усиления.

Особенностью троичных АЦП и троичных ЦАП работающих в двухбитном троичном коде (2-Bit BinaryCodedTernary, 2В ВСТ, «двухпроводном») является относительно простое сопряжение с двоичными контроллерами и с двоичными компьютерами. В один байт уместаются 4-е 2-х битнокодированных трита (81 уровень дискретизации), а в два байта — 8-мь 2-х битнокодированных трита (6561 уровень дискретизации).

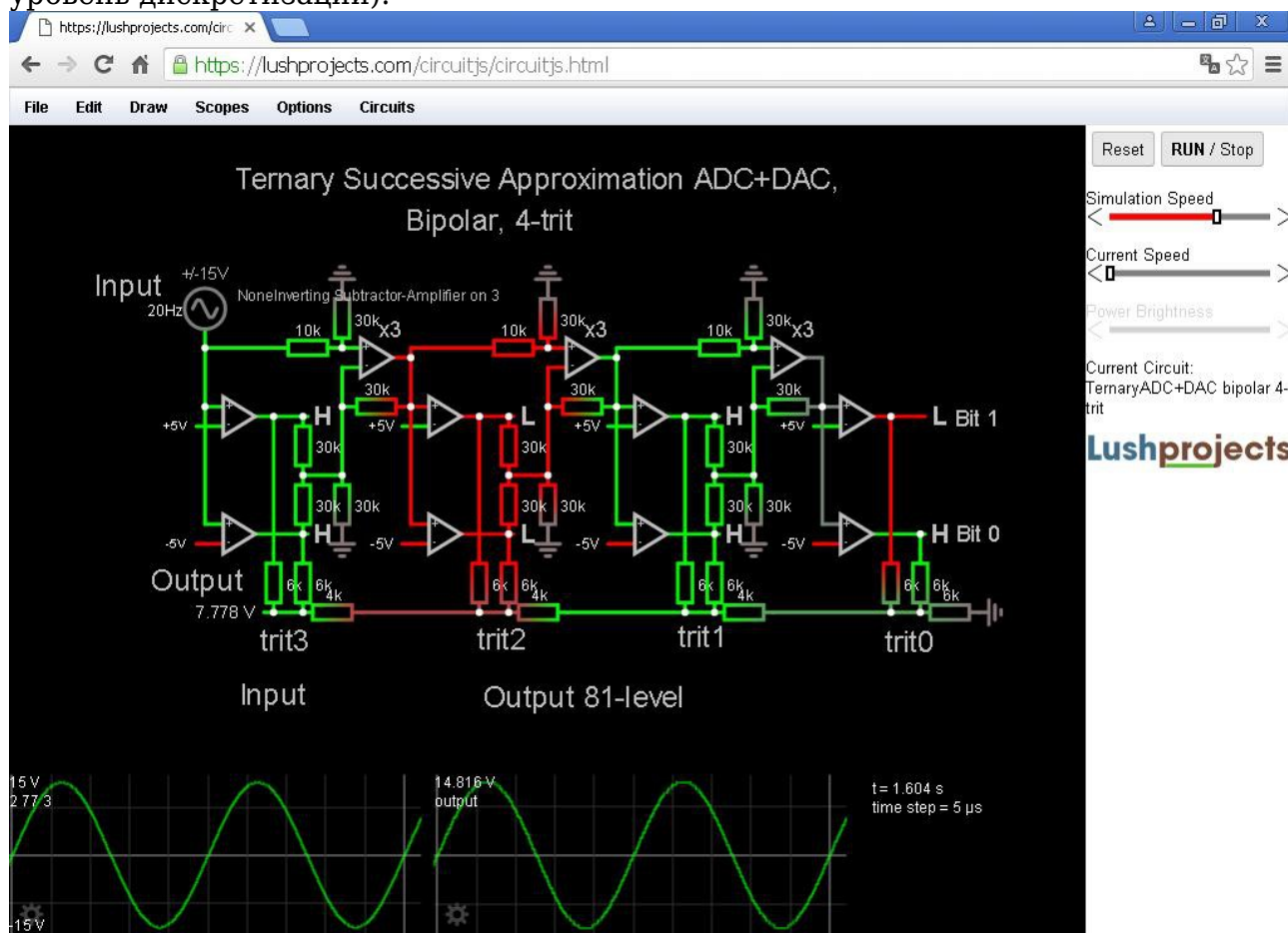


Рис.2. Снимок модели сопряжения троичного АЦП последовательного приближения, биполярного, 4-х тритного и троичного ЦАП на матрице напряжений, биполярного, 4-х тритного [3, Fig.1], в симуляторе электронных схем Circuit Simulator.

Скачать код модели в Circuit Simulator:

[http://andserkul.narod.ru/TernaryADCDAC\\_bipolar\\_4-trit.noext](http://andserkul.narod.ru/TernaryADCDAC_bipolar_4-trit.noext)

На рис.2 приведён снимок модели сопряжения 4-х тритного троичного АЦП последовательного приближения с 4-х тритным троичным ЦАПом на резисторной матрице напряжений 3R-4R с терминатором 6R. На графиках видно, что при 4-х тритном преобразовании ( $3^4=81$  уровне дискретизации) выходная синусоида (график справа) на вид почти не отличается от входной синусоиды (график слева). Недостаток максимального напряжения на троичном ЦАПе уменьшился с 0,55 Вольт до 0,18 Вольт.

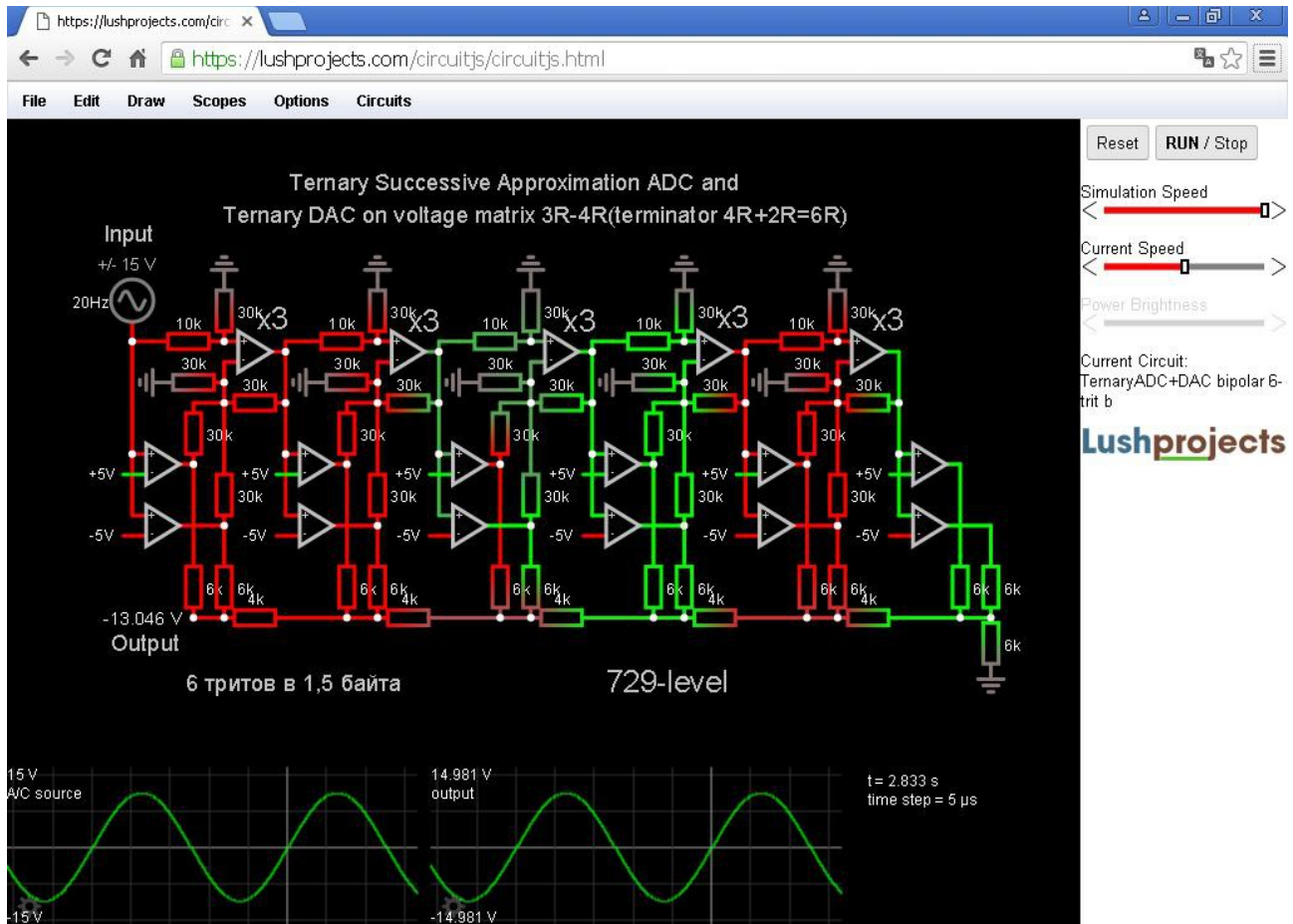


Рис.3. Снимок модели сопряжения троичного АЦП последовательного приближения, биполярного, 6-ти тритного и троичного ЦАП на матрице напряжений, биполярного, 6-ти тритного [3, Fig.1], в симуляторе электронных схем Circuit Simulator.

Скачать код модели в Circuit Simulator:

[http://andserkul.narod.ru/TernaryADCDAC\\_bipolar\\_6-trit\\_b.noext](http://andserkul.narod.ru/TernaryADCDAC_bipolar_6-trit_b.noext)

На рис.3 приведён снимок модели сопряжения 6-ти тритных троичных АЦП и ЦАПов. В этой модели два делителя на выходах компараторов объединены в один сумматор на резисторах, что уменьшило на 1 количество резисторов на ступень.

На графиках видно, что при 6-ти тритном преобразовании ( $3^6=729$  уровней дискретизации) выходная синусоида (график справа) на вид не отличима от входной синусоиды (график слева). Недостача максимального напряжения на выходе троичного ЦАПа уменьшилась до 0,02 Вольта. При 6-ти тритном

преобразовании два 6-ти тритных кода в сумме составляют 12 тритов (24 бита) и пакуются в 3 байта.

Литература:

1. [Троичный АЦП последовательного приближения](#)
2. [Троичный ЦАП на матрице напряжений](#)
3. [Ternary-to-Analog Converters Using Resistor Ladders. T. Miyata, K. Tamagawa, T. Watahiki. PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 67, NO. 8, AUGUST 1979, p.1165](#)

Куликов А.С., Россия-Русь, Москва, Царицыно, версия 2019.08.07.