

С344.3е

А-50

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

20/x-71

У231/2-71

13 - 6065



Ф.К. Алиев, З. Гузик, Р. Красовски, В. Попельски,
М. Турала, Э.Н. Цыганов, З. Хайдук

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

БЫСТРЫЙ ЦИФРОВОЙ ПРОЦЕССОР
ДЛЯ ОТБОРА СОБЫТИЙ РАССЕЯНИЯ
ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

1971

13 - 6065

Ф.К. Алиев, З. Гузик, Р. Красовски, В. Попельски,
М. Турала, Э.Н. Цыганов, З. Хайдук

**БЫСТРЫЙ ЦИФРОВОЙ ПРОЦЕССОР
ДЛЯ ОТБОРА СОБЫТИЙ РАССЕЯНИЯ
ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ**

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

На ускорителе ИФВЭ в Серпухове создана годоскопическая установка^{/1/} для исследования упругого рассеяния частиц высоких энергий в диапазоне энергий 40-60 Гэв, работающая на линии с ЭВМ "Минск-22"^{/2/}.

Среди регистрируемых событий в эксперименте по изучению рассеяния на малые углы доля событий, испытавших рассеяние на угол больше одного миллирадиана, составляет $\approx 0,5\%$. Этим обстоятельством ограничивается скорость набора статистики в рассматриваемом эксперименте. Для убыстрения набора статистики, т.е. для подавления прямых прохождений был предложен и изготовлен^{/3,4/} быстрый арифметический процессор, который за время меньше 1 мксек обрабатывает зарегистрированную информацию, вычисляя углы рассеяния в x и y плоскостях и сравнивая их с заданными константами, а после этого выдает разрешение на передачу события в ЭВМ.

Для определения угла рассеяния используется информация с трех годоскопов ГО1, ГО2 и ГО4 (рис. 1). Два первых годоскопа состоят из 16 сцинтилляционных трехмиллиметровых счетчиков в каждой плоскости, ГО4 имеет 36 счетчиков шириной 5 мм в плоскости x и 24 счетчика шириной 5 мм в плоскости y . Информация с каждого годоскопа зашифрована в двоичный код. Координата траектории частицы в годоскопах определяется соотношениями:

$$\begin{aligned}x_1 &= A + a N(1) \\x_2 &= B + b N(1) \\x_4 &= C + c N(4) \end{aligned} \quad (1)$$

где $N(1, 2, 4)$ - номера сработавших счетчиков годоскопа, a, b, c - ширина спинтилляционных счетчиков, A, B, C - расстояние годоскопов от условной оси. В одной плоскости условие для прямого прохождения можно записать в виде:

$$\frac{x_4 - x_2}{M} = \frac{x_2 - x_1}{L}, \quad (2)$$

т.е. используя (1):

$$LcN(4) - (M+L)bN(2) + MaN(1) + L(C-B) + M(A-B) = 0. \quad (3)$$

Для конкретной геометрии установки ^{/1/} в случае прямого прохождения в каждой плоскости должно выполняться условие

$$N_p = |2.04 \cdot N(4) - 3.22 \cdot N(2) + 2N(1) - 27.18| < z, \quad (4)$$

где z - заданное угловое отклонение от прямой. Этот алгоритм можно записать в некотором приближении в виде, удобном для арифметической обработки

$$N = |2 \cdot N(4) - 3 \cdot N(2) + 2 \cdot N(1) - k| < z, \quad (5)$$

где k - коэффициент, зависящий от сдвигов годоскопов относительно оси пучка.

Разница результатов между точным алгоритмом (4) и алгоритмом (5) иллюстрируется на рис. 2. Кривые эффективности алгоритмов были получены методом Монте-Карло на ЭВМ CDC 1604 для 500 случаев для каждой угловой точки при угле обрезания 0,5 мрад. Из рисунка видно, что разница эффективностей двух алгоритмов незначительна.

Более точное условие подавления прямых прохождений имеет вид:

$$\sqrt{N_{px}^2 + N_{py}^2} < z'. \quad (6)$$

Однако эта формула очень неудобна для арифметической обработки. Вполне удовлетворительный эффект дает условие:

$$|2N_x(4) - 3N_x(2) + 2N_x(1) - k_x| < z_x \quad (7)$$

$$|2N_y(4) - 3N_y(2) + 2N_y(1) - k_y| < z_y,$$

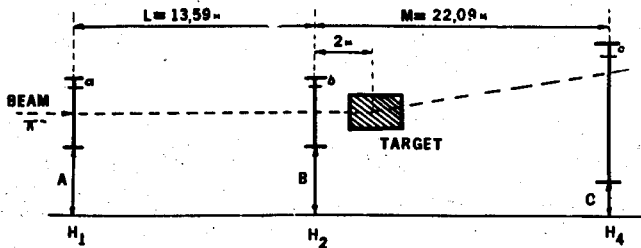


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

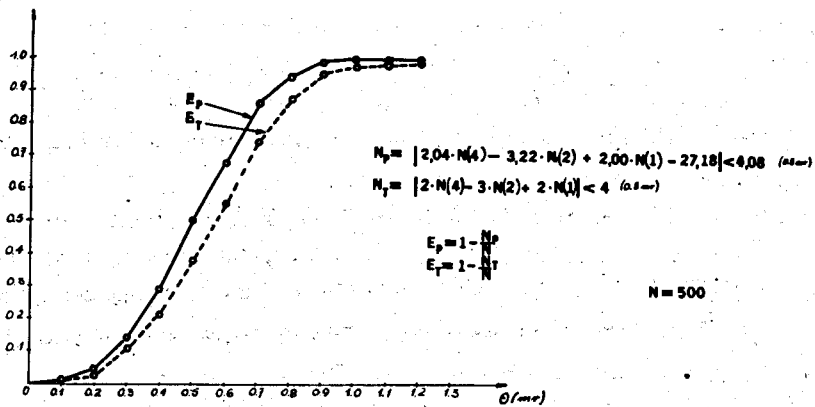


Рис. 2. Кривые эффективности точного и приближенного алгоритма.

явившееся основой для построения арифметического процессора. Процессор состоит из двух независимых блоков x и y . Арифметические операции каждый блок выполняет по программе:

1. $x_1 + x_4$,
2. $2(x_1 + x_4)$,
3. $2x_2$,
4. $2x_2 + x_2$,
5. $3x_2 + k_x$,
6. $|2(x_1 + x_4) - (3x_2 + k_x)|$,
7. $|2(x_1 + x_4) - (3x_2 + k_x)| < z_x$.

Блок-схема процессора представлена на рис. 3. Как видно из программы, для каждой координаты производится три операции сложения, операция нахождения модуля разности и операция сравнения. Для выполнения каждой из этих операций имеется отдельный арифметический узел. При этом возрастает число примененных компонентов, однако, значительно повышается скорость обработки и увеличивается надежность и простота работы устройства. Информация из ФЭУ годоскопов кодируется в двоичный код и в процессор поступает уже в виде стандартных НИМ-импульсов шириной 100 нсек; при этом выполнены условия на срабатывание одного и только одного счетчика в каждом годоскопе.

Поскольку процессор выполнен из интегральных модулей типа ТТЛ, первоначальная информация транслируется из уровней - 0,70 на уровни +5 в (рис. 4). Далее информация проходит через схему ворот управляемой мастер-импульсом, установки и запоминается в триггере $R - S$, выполненном на двух схемах И-НЕ для каждого канала. Все триггеры устанавливаются на 0 до прихода информации (на вход схемы облучение подавать можно также импульс ворот) отрицательным импульсом длительностью 20 нсек, выработанным схемой дифференцирования (рис. 4), сделанной из 4 схем И-НЕ. Для первого и второго годоскопов используется по 4 канала (состояние 0000 соответствует шестнадцатому счетчику), для четвертого - по 6 каналов.

Арифметические операции выполняются параллельно-синхроническим способом, т.е. на каждый информационный бит в каждом арифметическом узле применена отдельная схема, а момент появления конечного решения обусловлен окончанием цикла переносов в каждом узле.

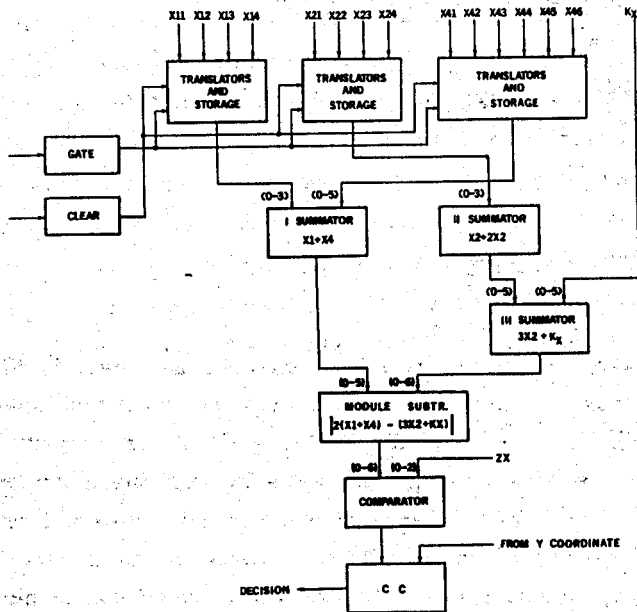


Рис. 3. Блок-схема процессора.

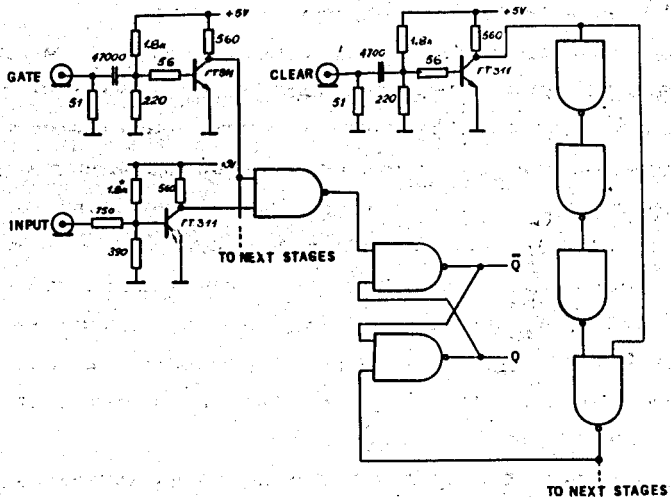


Рис. 4. Схема транслятора, ворот и запоминания для одного канала с общими схемами сброса и стробирования.

n - разрядный сумматор выполнен из параллельно соединенных полных однобитных сумматоров (рис. 5); операция умножения на два осуществляется сдвигом всех разрядов в сторону старших битов. Умножение на три делается сложением данного числа с его удвоенной величиной. Модуль с разности определяется при помощи двух семиразрядных схем вычитания, составленных из полных однобитных схем вычитания (рис. 6), соединенных параллельно (рис. 7). На соответствующие входы схем вычитания уменьшаемое и вычитаемое поданы в переставленном порядке. Выходы схем пропущены через ворота, открываемые переносом из последней позиции схемы вычитания, в которой уменьшаемое менее вычитаемого, а затем суммированы. Схема сравнения (рис. 8) ищет самый старший разряд, в котором не выполнено равенство, блокирует остальные разряды и выдает решение.

Устройство работает с использованием семиразрядного слова (цифры на входах арифметических узлов (рис. 3) показывают, какие разряды в данном узле используются). Постоянные k и z набираются тумблерами, максимальный угол рассеяния (константа z) составляет 0,8 мрад, максимальное K - 165 мм. Решения блоков X и Y сведены на схему совпадения, которая выдает запрет на передачу событий в ЭВМ, если в плоскостях x и y не было рассеяния. Время решения описанного процессора для наиболее неблагоприятного случая составляет 800 нсек.

Вся система выполнена на интегральных модулях ТТЛ типа И-НЕ, содержит около 200 таких модулей и помещена в одной корзине стойки "Вишня" в составе блока x , блока y и блока питания (5в, 5а).

Авторы пользуются случаем выразить благодарность С.Б. Нурушеву, А.А. Деревшикову, З. Чеху и Л. Туреку и за полезные обсуждения и помощь в изготовлении процессора.

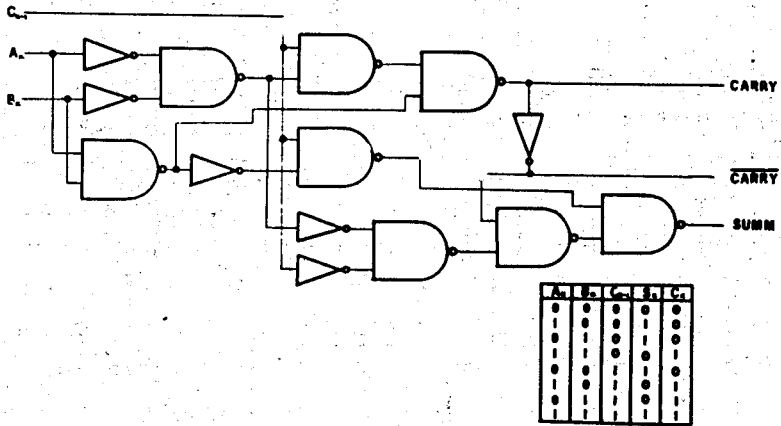


Рис. 5. Схема полного однобитного сумматора.

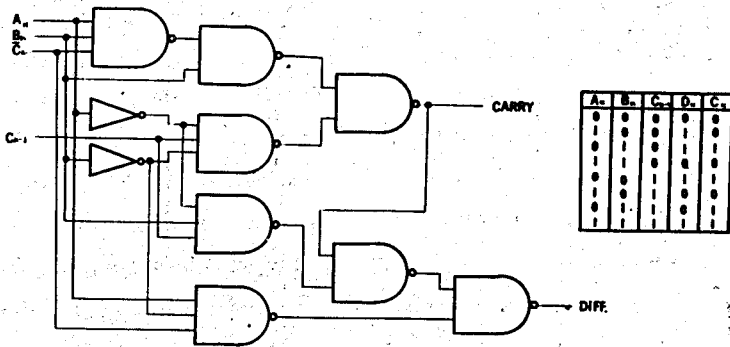


Рис. 6. Полная однобитная схема вычитания.

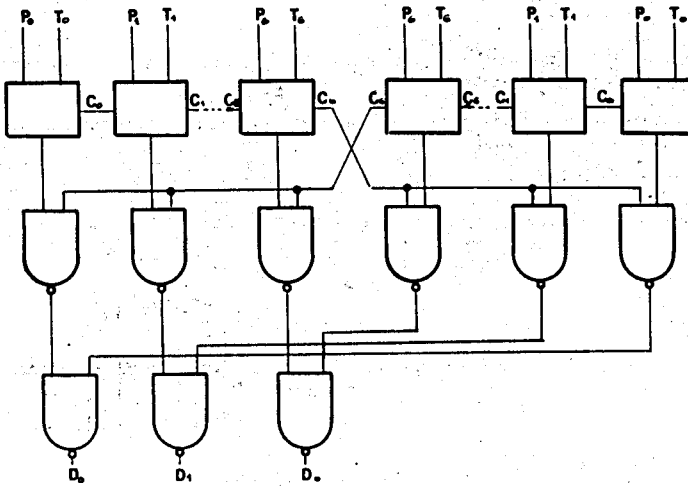


Рис. 7. Схема определения модуля разности.

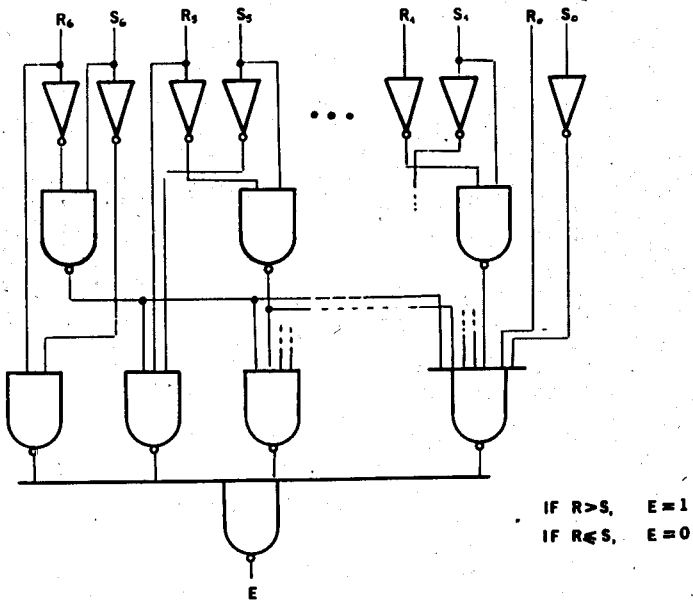


Рис. 8. Схема сравнения.

Литература

1. А.А. Борисов и др. Труды Международной конференции по аппаратуре в физике высоких энергий. Дубна, 1970.
2. Д.Е. Белоцветов и др. "Система связи сцинтилляционного годоскопа с ЭВМ Минск-22". ПТЭ, Москва, 1970.
3. L.J. Koester et al. ISPra Conf. Nucl. Electron, 1969.
4. V. Bothin et al. Int. Symp. on Nucl. Electron., Versailles, 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 октября 1971 года.