

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



В-158

8/ix-75

P13 - 8890

3390/2-75

Ю.М.Валуев, В.М.Гребенюк, В.Г.Зинов

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ
В ЦИФРОВОЙ КОД
НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

1975

P13 - 8890

Ю.М.Валуев, В.М.Гребенюк, В.Г.Зинов

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ
В ЦИФРОВОЙ КОД
НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Направлено в ПТЭ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Валуев Ю.М., Гребенюк В.М., Зинов В.Г.

P13 - 8890

Преобразователь временных интервалов в цифровой код
на интегральных схемах

Описывается преобразователь время-код старт-стопного типа, выполненный на интегральных схемах. Особенностью устройства является наличие регистра, задающего цифровым образом длительность максимального измеряемого временного интервала, и регистра служебной информации. Максимальная частота опорного генератора - 170 МГц. Максимальное число каналов - 1020.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1975

Valuev Yu.M., Grebenyuk V.M., Zinov V.G. P13 - 8890

Time-To-Digital Converter of Integrated Circuits

A digitron of start-stop type designed by using integrated circuits is described. A distinction of this device consists in the presence of a register which digitally sets the duration of a maximal measured time range, and a register of auxiliary information. The maximum frequency of the series generator is 170 MHz. The maximum channel number is 1020.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research
Dubna 1975

В экспериментах по прецизионному измерению времени жизни положительного мюона и пиона широко используются цифровые преобразователи временных интервалов^{/1-5/}, работающие по старт-стопному принципу. Особенность описываемого преобразователя заключается в наличии регистра для задания цифровым образом длительности максимального измеряемого временного интервала ("ворот") и регистра служебной информации.

Блок-схема устройства приведена на рис.1. На рис. 2 представлена принципиальная схема преобразователя. Последовательность работы его узлов следующая.

Сигнал начала события-"старт" проходит через нормально открытые ворота В1, рис. 1 (элемент 3 на принципиальной схеме), и переводит R-S триггер Тр1 (элементы 10,11) в состояние "1", открывая тем самым ворота В2 - В5 (4,23, 24,5 + 7).

(Здесь и далее обозначения в скобках относятся к принципиальной схеме).

Через В3 и В4 сигналы от кварцевого генератора КГ (8) поступают на регистры Р1 и Р2а (элементы 28, 29,33,34,38,39,52+58; 30,31,35,36,40,41,59+65), а триггер "стоп" ТР2 (12,13) и триггеры регистра служебной информации Т2б (14+19) готовы к регистрации сигналов.

Следует заметить, что первые три триггера^{/6/} регистров Р1 и Р2а собраны на микросхемах ЭСЛ 138 серии^{/7/}, а последующие - на ТТЛ 155 серии.

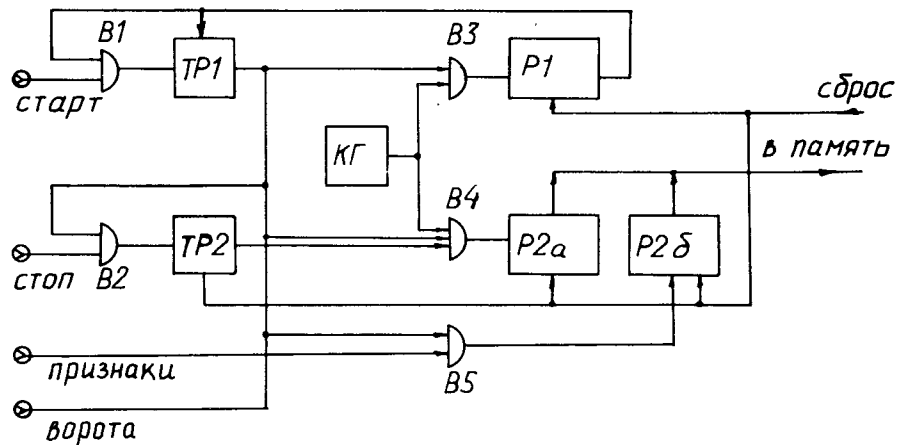


Рис. 1. Блок-схема преобразователя.

Быстродействие этих регистров - 170 МГц. Согласование уровней ЭСЛ - ТТЛ осуществляется дифференциальными парами на транзисторах, включенными после элементов 39 и 41 (см. рис. 2).

С приходом сигнала окончания события - "стоп" Tr2 устанавливается в состояние "0", B4 закрывается и на P2a устанавливается код временного интервала. Состояние регистра P1 продолжает изменяться до тех пор, пока не закроются ворота B3.

Ворота B3 и B5 закрываются после того, как сигнал с выхода регистра P1 переводит Tr1 в состояние "0". Этим же сигналом закрываются ворота B1. Переход с уровней ТТЛ на уровень ЭСЛ схем осуществляет делителем 1,8 и 2,2 кОм, включенным на выходе элемента 47. Сигнал на выходе 47 появляется в случае, когда сумма кодов набранного переключателями П1-П8 на входах элементов 43 + 46 и 48 + 51 и записанного в P1 становится равной 1020. Минимальное число каналов преобразователя временных интервалов - 4, максимальное - 1020.

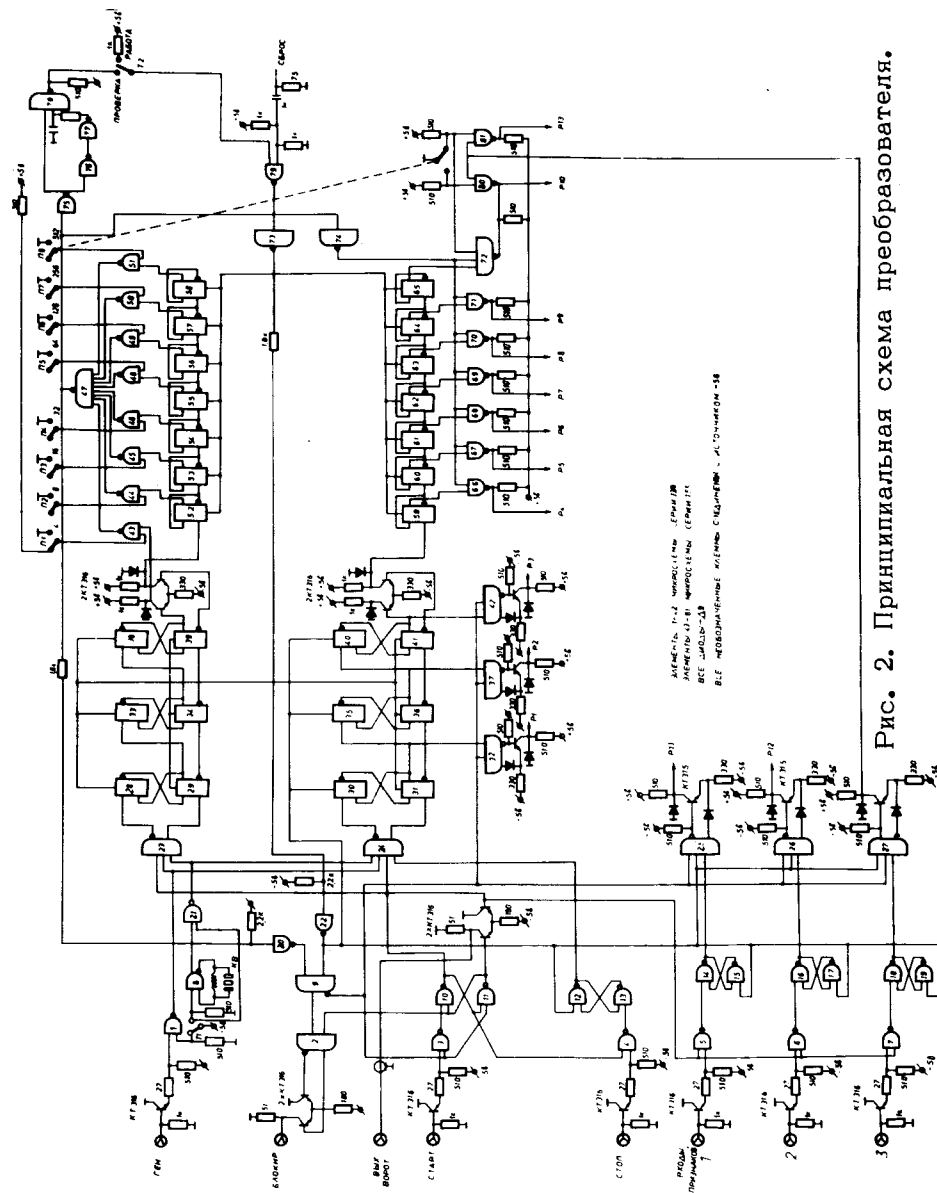


Рис. 2. Принципиальная схема преобразователя.

Схема пропускания В5 (5,6,7) открыта с момента прихода сигнала "старт" до окончания сигнала "ворот". В течение этого времени в регистр служебной информации могут заноситься данные, характеризующие различные процессы. В частности, при измерении времени жизни положительного мюона ^{8/} на входы регистра служебной информации подавались сигналы, отмечающие присутствие второго мюона или второго позитрона (второй "старт" и второй "стоп"). Эти сигналы вырабатывались специальными блоками ^{9/}.

Регистр служебной информации Р26 содержит 3 разряда, регистр кода временного интервала - 10. Поскольку накопитель А4-4096 измерительного центра Лаборатории ядерных проблем имеет 12-разрядный входной регистр, в устройстве предусмотрена возможность переноса содержимого тринадцатого разряда в десятый. Перенос содержимого осуществляется с помощью переключателя П8 и элементов 80,81. Это позволяет при работе преобразователя меньше чем на 512 каналов использо-

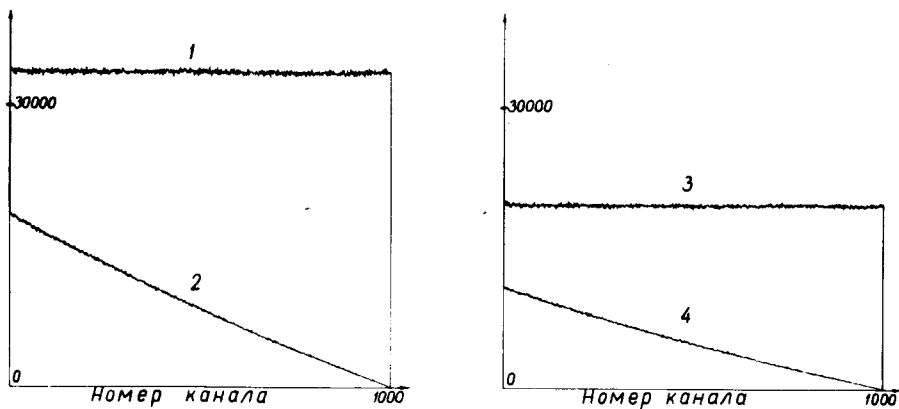


Рис. 3. Временные спектры: 1 - в воротах 1 импульс "старт", 1 импульс "стоп"; 2 - 1 "старт", 2 "стоп"; 3 - 2 "старт", 1 "стоп"; 4 - 2 "старт", 2 "стоп".

вать все три разряда регистра Р26. При работе устройства больше чем на 512 каналов содержимое с тринадцатого разряда не заносится в накопитель.

Информация с регистров Р2а и Р26 поступает на магистраль данных через вентили ТТЛ 66 + 72,80,81; вентили ЭСЛ 25 + 27,32,37,42 и транзисторы лишь после окончания сигнала "ворот" (при появлении сигнала с 47).

Ввиду того, что преобразователь и накопитель находятся на расстоянии около 100 метров, сигнал пуска программы записи в накопитель вырабатывается через 5 мкс после подачи кодов на магистраль. За это время переходные процессы в линии связи заканчиваются. Задержка сигнала пуска накопителя осуществляется элементами 75 + 78 и R_1C_1 . После окончания программы записи накопитель вырабатывает сигнал сброса, который приводит узлы преобразователя в исходное состояние. По окончании сигнала сброса возможна регистрация следующего события.

Для удобства настройки преобразователя предусмотрена его работа в режиме проверки. Включение этого режима производится тумблером Т2. В этом случае сигнал пуска накопителя возвращает устройство в исходное состояние. Кроме того, возможна работа преобразователя с внешним генератором серии. Включение внешнего генератора осуществляется тумблером T_1 и элементами 1 и 21; внутренний генератор при этом отключается. С "быстрой" электроникой преобразователь обменивается сигналами ворот и блокировки. Первый представляет из себя длительность максимального измеряемого временного интервала, второй - сумму длительностей сигналов ворот, записи в память накопителя и сигнала сброса.

Следует отметить еще одну особенность работы описываемого преобразователя. Она заключается в том, что он работает с фиксированным мертвым временем. Эта особенность и применение интегральных схем ЭСЛ, в которых отсутствуют броски тока, обеспечивают независимость линейности устройств от нагрузок по входу.

На рис. 3 приведены временные спектры, иллюстри-

рующие работу устройства. Спектры 1,2,3 и 4 записаны соответственно в первую, вторую, третью и четвертую тысячу каналов накопителя. Запись в соответствующую тысячу зависит от состояния триггеров регистра служебной информации. Эти спектры сняты при работе преобразователя с внутренним кварцевым генератором, частота генератора 50 МГц, стабильность $2 \cdot 10^{-6} / \text{C}^{\circ}$.

Дифференциальная нелинейность преобразователя не хуже 0,5%. Интегральная нелинейность не хуже 10^{-5} . Вклад несимметрии первого триггера регистра P2a в дифференциальную нелинейность составляет 0,3%. Ввиду того, что эта зависимость носит систематический характер и ее легко учитывать при математической обработке, никаких мер для ее устранения не принималось.

В заключение авторы пользуются случаем выразить благодарность М.П.Баладину, А.Д.Конину и А.Н.Пономареву за помощь при снятии характеристик преобразователя и математическую обработку результатов измерений, а также А.Н.Блинову за монтаж устройства.

Литература

1. R.A.Lundy. Phys.Rev., 125, 1636 (1962).
2. M.Eckhause, I.A.Fillipas, R.V.Scutten, R.E.Welsh. Phys.Rev., 132, 422 (1963).
3. R.W.Williams and D.L.Williams. Phys.Rev., D6, 737 (1972).
4. J.Duclos, A.Maghon and J.Ricard. Phys.Lett., 47B, 491 (1973).
5. F.Lobkowitz, A.C.Mellisinos, Y.Nagashima, et.al.Phys.Rev.Lett., v.17, 548 (1966).
6. В.М.Гребенюк, В.П.Николаев, В.Т.Сидоров. Препринт ОИЯИ, 13-7898, Дубна, 1974.
7. К.А.Валиев и др. Электронная промышленность, №7, стр. 56-59, 1972.
8. М.П.Баладин, В.М.Гребенюк, В.Г.Зинов, А.Д.Конин, А.Н.Пономарев. ЖЭТФ, 67, 1631 (1974).
9. В.М.Гребенюк, В.Г.Зинов. Препринт ОИЯИ, 13-8828, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 мая 1975 г.