

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



С 344.32
+ 8415 + 8482

С 344.3Г + Ч 8415 + Ч 8482

Б-272

13 - 7251

3788 / 2-73

С.Г.Басиладзе, П.К.Маньяков

БЫСТРЫЙ ЗАРЯД-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

13 - 7251

С.Г.Басиладзе, П.К.Маньяков

БЫСТРЫЙ ЗАРЯД-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Направлено в ПТЭ

Одной из наиболее часто встречающихся задач в физике высоких энергий является измерение энергий частиц, прошедших через черенковские или сцинтилляционные детекторы. Отличительными особенностями этих детекторов являются сравнительно невысокое разрешение - на уровне нескольких процентов, малые длительности выходных импульсов тока - от 5 до 100 нсек. Энергия прошедших частиц пропорциональна заряду на выходе ФЭУ, т.е. "площади" импульса тока, причем величина суммарного заряда в линейном режиме ФЭУ сравнительно невелика и составляет 400 ± 600 пкул.

До настоящего времени спектрометрические тракты установок с детекторами световых вспышек /1/ состояли из усилителя, линейных ворот, открываемых импульсом искомого события, интегратора и амплитудно-цифрового преобразователя. Заряд цифровой преобразователь, описываемый в данной работе, заменяет указанные выше блоки, представляя собой полный канал для измерения энергий частиц. Как видно из приведенных выше данных, к нему предъявляются высокие требования по быстродействию и чувствительности входных цепей; для сокращения мертвого времени установок время преобразования также должно быть по возможности малым. Преобразователь работает по принципу линейного разряда интегрирующей емкости, заполнения интервала разряда серией импульсов и счета их числа двоичным счетчиком.

Схема входной части преобразователя: линейных ворот, цепей интегрирования и линейного разряда емкости приведена на рис. 1. На рис. 2 показана временная диа-

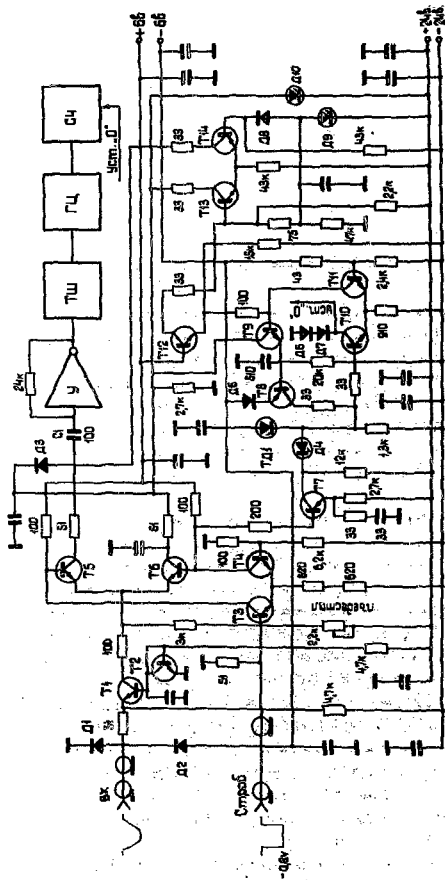


Рис. 1. Принципиальная схема входной части аналого-цифрового преобразователя.

$T_1, T_2, T_5, T_6 - KT316; T_3, T_4, T_9, T_{12} - D_1 \div D_3, D_5 \div D_8 - KD503; D_4, D_9 - D814A;$
 $T_7, T_8 - ГТ813; T_{13}, T_{14} - KT326; D_{10} - D814Г; T_{D1} - АИ201А.$

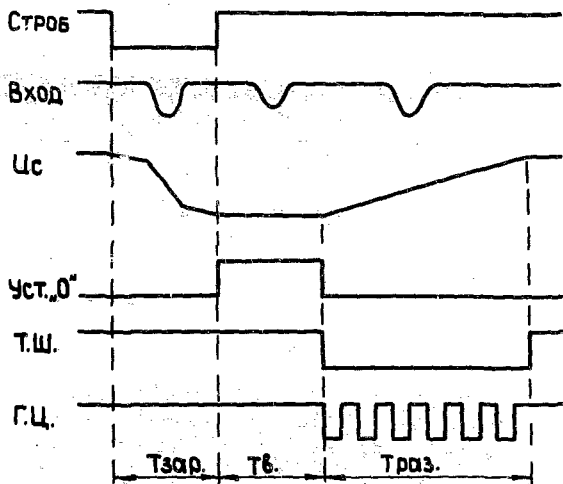


Рис. 2. Временная диаграмма работы аналого-цифрового преобразователя.

грамма работы преобразователя. Преобразователь может работать только в режиме с нормально закрытым входом. В нормальном состоянии ток через интегрирующую емкость C_1 не протекает, т.к. T_5 закрыт, а ток разряда емкости (I_p), задаваемый транзистором T_{14} , ответвляется в диод D_3 . Строб-импульс открывает линейные "ворота" ($T_1 \div T_6$) на время, примерно равное его длительности. Тогда ток транзистора T_6 (I_6) переключается в T_5 . Разница токов $I_{\Pi} = I_6 - I_p$ есть "пьедестал" входных линейных ворот. Ток I_{Π} интегрируется C_1 в течение длительности строб-импульса $T_{зар.}$. Входной импульс тока через транзисторы T_1 и T_5 поступает на C_1 и интегрируется на ней. Таким образом, приращение напряжения на интегрирующей емкости пропорционально заряду входного сигнала плюс накопленный заряд тока "пьедестала".

Перед началом линейного разряда интегрирующей емкости производится сброс предыдущего показания двоичного счетчика. Сброс производится задним фронтом стробимпульса, запускающим одновибратор на туннельном диоде TD_1 и транзисторах $T_8 \div T_{11}$. Этим одновибратором одновременно выключается транзистор T_{14} , благодаря чему ток через C_1 в интервале сброса (T_B) не течет и потенциал на ней не меняется. Введение сброса последующим входным сигналом за счет использования цепи задержки разряда интегрирующей емкости сильно упрощает настройку прибора по лампочкам визуальной индикации состояния счетчика, особенно при статистических входных сигналах.

После окончания времени выдержки одновибратора сброса включается T_{14} и интегрирующая емкость разряжается постоянным током до тех пор, пока не откроется диод D_3 . Особенностью схемы является то, что выделение интервала разряда емкости ($T_{раз}$) производится не по напряжению, а по току разряда при помощи чувствительного нелинейного усилителя тока /У/, к выходу которого подключен триггер Шмитта /ТШ - рис. 1/. Для заполнения интервала серией включен ждущий генератор с задержанной обратной связью /ГЦ/, импульсы с выхода которого подаются на 8-разрядный двоичный счетчик /СЧ/. Предусмотрена блокировка линейных ворот /на схеме не показана/ на интервал сброса и линейного разряда для исключения ложных показаний от двойных сигналов.

Схема усилителя, триггера Шмитта и генератора серии приведена на рис. 3. Усилитель ($T_{16} \div T_{19}$) представляет собой нелинейную схему с обратной связью по току. Триггер Шмитта выполнен на туннельном диоде TD_2 . Генератор собран на туннельном диоде TD_3 , в цепи обратной связи ($T_{24} \div T_{26}$) включен отрезок высокочастотного кабеля с волновым сопротивлением 50 ом. Частота генерации - 70 Мгц. Выбор подобной частоты обусловлен тем, что первый разряд счетчика выполнен на интегральных схемах с эмиттерной связью с временем задержки = 6 нсек.

Цифровая часть преобразователя выполнена согласно требованиям стандарта САМАС /2/.

На рис. 4 показаны графики линейности преобразова-

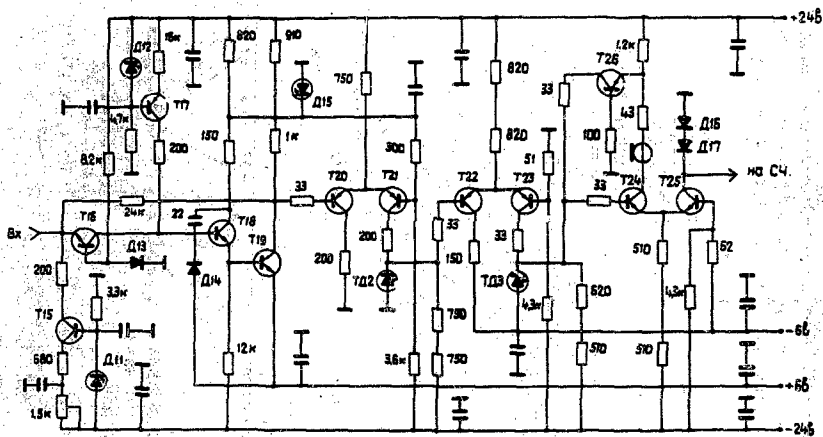


Рис. 3. Принципиальная схема усилителя, триггера Шмитта, генератора.

$T_{15}, T_{16}, T_{18}, T_{19}$ - КТ316 ; T_{17}, T_{20}, T_{21} - КТ326 ;

T_{22}, T_{23} - ГТ313 ; T_{24}, T_{25} - ГТ330 ;

$D_{13}, D_{14}, D_{16}, D_{17}$ - КД503 ; D_{11}, D_{12} - Д814А ;

D_{15} - Д814Г ; TD_2, TD_3 - АИ201А,

теля для импульсов разной длительности. Как видим, преобразователь может быть использован как для изменения амплитуд сигналов постоянной длительности, так и для измерения длительности сигналов постоянной амплитуды. Прибор может быть также использован для измерения постоянных или медленно изменяющихся напряжений методом стробирования, либо для измерения временных интервалов /рис. 5/.

Краткие характеристики

Линейный вход

Входное сопротивление	- 50 ом.
Полярность импульсов	- отрицательная.
Коэффициент отражения	- +0,07.
Диапазон измеряемых амплитуд	- 0 - -3 в.
Диапазон измеряемых длительностей	- 5 - 100 нсек.
Величина "пьедестала"	- регулируется в пределах ±0±0,5/ кан/нсек

Строб-вход

Входное сопротивление	- 50 ом.
Полярность импульсов	- отрицательная.
Коэффициент отражения	- 0,15.
Уровни входных сигналов	- 0 - -0,8 в.
Задержка переключения ворот	- 5 нсек.
Время переключения ворот	- 3 нсек.
Диапазон длительностей	- 10 ÷ ∞ нсек.

Преобразователь

Задержка преобразования	- 0,3 мксек.
Коэффициент преобразования	- 8,5 кан/в.нсек.
Время преобразования	- 0,12 мксек. /в-нсек.
Интегральная линейность	- не хуже ±0,5%
Разрешение	- 1/256.

* Для сигналов, приведенных к входу.

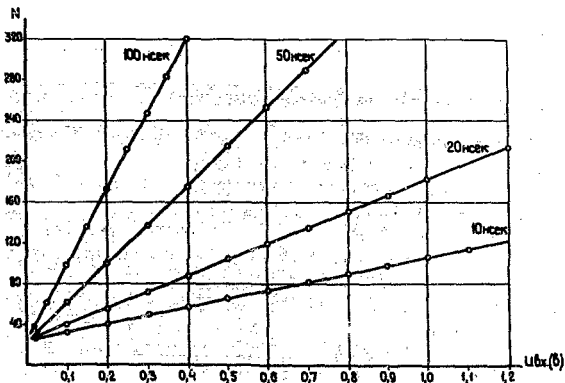


Рис. 4. Графики линейности для импульсов длительности 10, 20, 50, 100 нсек.

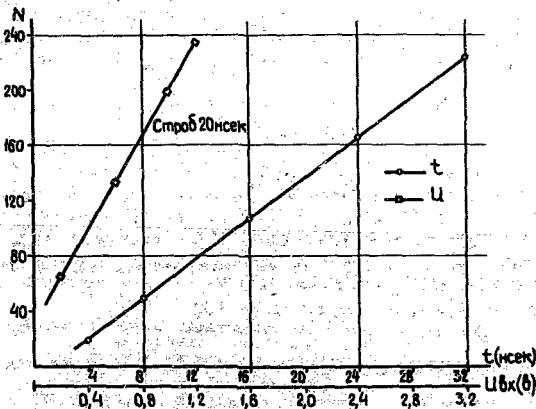


Рис. 5. Графики измерения постоянного напряжения и временных интервалов.

Функции САМАС

L - сигнал "запрос" образуется по окончании времени преобразования.

$(F0)(A0)$ - чтение по нулевому субадресу.

$(F8)(A0)$ - проверка L

$(F9)(A0)$ - сброс по нулевому субадресу.

Q - сигнал готовности генерируется для $F(0). A(0)$.

$Z(S_2)$ - начальные установки счетчика.

Температурный диапазон работы блока - $0 \div +40^\circ \text{C}$.

Изменения коэффициента передачи преобразователя связаны в основном с дрейфом "пьедестала".

Температурный дрейф "пьедестала" - $0,2 \text{ кан}/^\circ \text{C}$

Долговременный дрейф

"пьедестала" /за 8 часов/ - $\pm 1 \text{ кан}$.

Токи, потребляемые блоком - $+24 \text{ в} - 120 \text{ ма}$.

- $24 \text{ в} - 130 \text{ ма}$.

- $+ 6 \text{ в} - 350 \text{ ма}$.

- $6 \text{ в} - 200 \text{ ма}$.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить А.А.Виноградова за помощь в составлении документации.

Литература

1. Р.Г.Аствацатуров, А.М.Балдин, С.Г.Басиладзе, В.Д.Володин, В.И.Иванов, В.А.Крамаренко, И.Ф.Колпаков, А.Т.Матюшин, В.Т.Матюшин, Г.Л.Мелкумов, В.А.Смирнов, М.Н.Хачатурян, М.С.Хвастунов. Успешная установка для исследования радиационных распадов резонансов. ПТЭ, №5, 1972, 21-25.
2. Report of ESONE Committee, EUR 4100e, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 июня 1973 года.