

8745

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



Экз. чит. зала

8745

13 - 8745

А.С.Трофимов, Л.П.Челноков

ИМПУЛЬСНЫЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ В СТАНДАРТЕ КАМАК

1975

13 - 8745

А.С.Трофимов, Л.П.Челноков

ИМПУЛЬСНЫЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ В СТАНДАРТЕ КАМАК

Направлено в ПТЭ

**Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ**

В работе^{/1/} авторами описан широкодиапазонный прецизионный аналого-цифровой преобразователь (АЦП), построенный с использованием принципа линейной амплитудно-временной трансформации. Известно, что такой преобразователь обладает наилучшими измерительными характеристиками, но является наиболее медленным. В настоящее время выпускаются интегральные микросхемы высокого быстродействия, имеющие задержки распространения сигнала порядка единиц наносекунд, что позволяет анализировать события с высокой скоростью, затрачивая по 7,5 - 10 нс на единицу дискретности. Однако повышение быстродействия АЦП, помимо прямых трудностей, связанных с повышением частоты генератора кодовой серии до 100-150 МГц, в практической реализации приводит к эффектам, ухудшающим его измерительные характеристики.

Во-первых, с увеличением скорости разряда запоминающей емкости уменьшается чувствительность зарядного устройства (ЗУ), так как для импульсов даже большой амплитуды при длительности в десятки микросекунд возникает ситуация соизмеримости скорости спада входного импульса со скоростью спада напряжения на запоминающей емкости, при которой отсутствует преобразование амплитуды во время, что и является причиной уменьшения динамического диапазона анализируемых амплитуд.

Во-вторых, увеличение пропускной способности АЦП, естественно, приводит к необходимости более надежного поддержания постоянного уровня за переходной емкостью на входе зарядо-разрядного устройства (ЗРУ) для реализации возможности работы с более высокими нагрузками.

Чтобы устранить первый недостаток АПП, авторы работы^{/2/} предлагают отключать ток разряда запоминающей емкости во время ее заряда на некоторое фиксированное время, задаваемое, например, одновибратором. Этот наиболее простой способ сохранения высокой чувствительности АПП пригоден для преобразователей с малым числом градаций (512-1000) и непригоден для прецизионных ЛЦП вследствие того, что возможна нелинейность в младших каналах, зависящая от скорости коммутации разряжающего тока^{/3/}, а также от саморазряда запоминающей емкости за время от вершины входного импульса до начала ее разряда.

В исходном состоянии и на стадии заряда емкости величина тока разряда - 5-10 мкА, что и обеспечивает необходимую точность определения момента прохождения вершины входного импульса и высокую чувствительность ЗУ, а во время действия потенциала "ВП" ток увеличивается до 500 мкА.

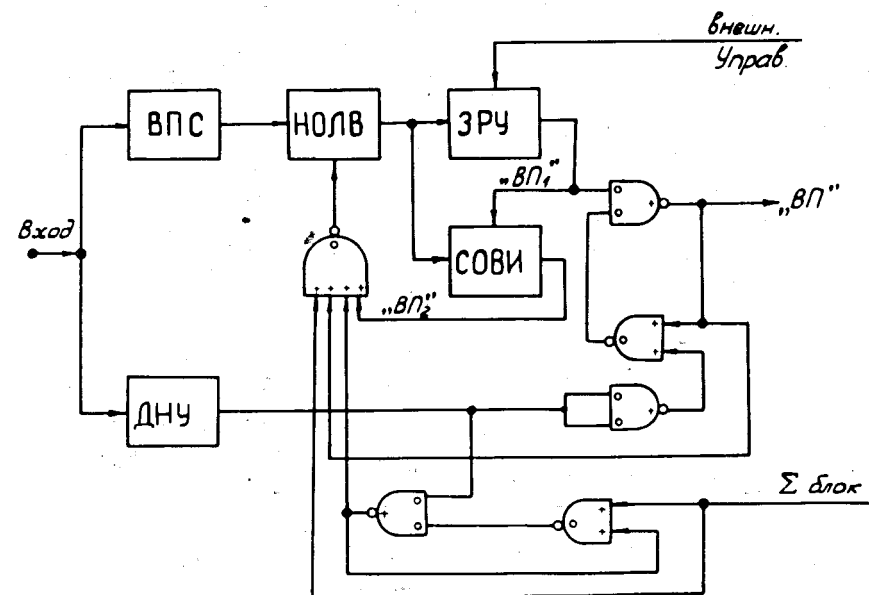


Рис. 1

мальную форму импульса, необходимую для работы в наилучшем режиме основного ЗРУ АЦП^{/5/}. В момент начала формирования спада входного импульса основное ЗРУ переключается на линейное преобразование $A \rightarrow T$, а потенциал "ВП" резко увеличивает ток разряда емкости СОВИ. Таким образом, чувствительность АЦП в данном случае определяется работой ЗРУ СОВИ и слабо зависит от длительности входных импульсов, что и делает преобразователь широкодиапазонным. Увеличение быстродействия АЦП осуществлено за счет повышения частоты генератора импульсов серии до 100 МГц, схема которого приведена на рис. 2. Генератор импульсов серии состоит из непрерывно работающего возбuditеля с кварцевой стабилизацией частоты, схемы фазировки, выполненной на RS-триггере с управляющими схемами "И" на его входах, и выходного вентиля, пропускающего ВЧ-импульсы возбuditеля на вход адресного счетчика (АС) во время действия потенциала "ВП". Фазировка работает таким образом,

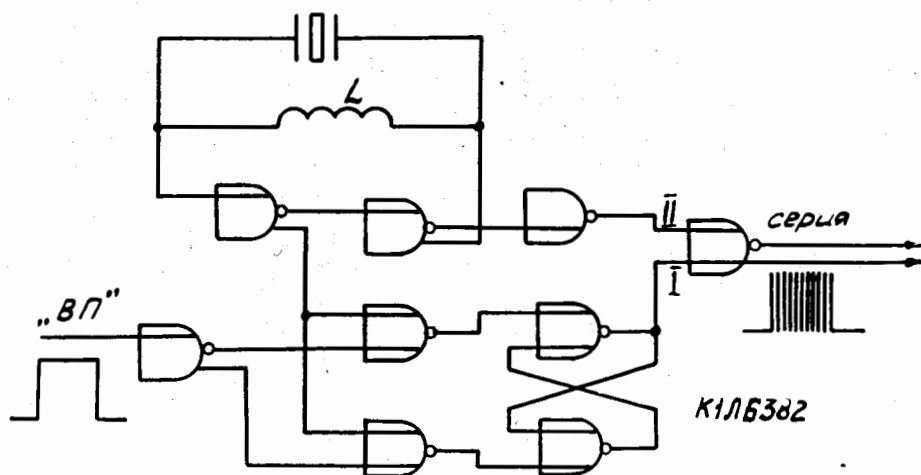


Рис. 2

что изменение уровней потенциала "ВП" на управляющем входе вентиля возможно только на определенной фазе сигнала возбuditеля. В предлагаемом генераторе разрешающий уровень "ВП" на входе 1 вентиля появляется только в тот момент, когда на его другом входе - "нулевой" уровень ВЧ-сигнала возбuditеля, а поэтому изменяющийся уровень на входе 1 вентиля не вызывает изменения потенциала на его выходе. Запрет прохождения ВЧ-импульсов на вход АС происходит на той же фазе возбuditеля, что и включение. Таким образом, выходной вентиль оказывается всегда заранее подготовленным к тому, чтобы пропускать или не пропускать ВЧ-импульсы на вход АС, что и исключает возможность появления "резаных" импульсов в серии, вызывающих неоднородность ширины четных и нечетных каналов преобразователя. Отметим, что такой генератор серии способен работать на предельно высоких частотах, которые могут быть реализованы конкретно применяемыми интегральными схемами, однако при этом не следует допускать рассогласования вышеописанных фазовых соотношений на входах выходного вентиля.

Как уже было сказано, генератор работает на частоте 100 МГц и выполнен на интегральных микросхемах (ИС) 138 серии. При использовании ИС 229 серии частота генератора серии может быть повышена до 150 МГц^{/6/}.

Вопросу восстановления постоянной составляющей сигнала после переходной емкости в АЦП уделяется много внимания. Обычно в преобразователях для этой цели используются так называемые "активные" восстановители постоянной составляющей (ВПС). Принцип работы активных ВПС сводится к следующему: с помощью следящей системы, работающей только в моменты отсутствия импульсов, ВПС улавливает изменения постоянного уровня, вырабатывает сигнал коррекции в виде постоянного тока, который возвращает уровень в прежнее значение. Наиболее часто применяется известная схема Робинсона, но она увеличивает уровень

шума в измерительном тракте за счет того, что даже незначительные всплески нулевой линии вызывают ответные выбросы, эквивалентные увеличению шума.

В применении к АЦП может быть построен не обычный, а более простой ВПС, учитывающий специфику обработки входных сигналов преобразователем, чтобы использовать мертвое время АЦП для своей активной работы, так как переходная емкость, зарядившаяся во время входного импульса, может быть полностью разряжена за время его анализа преобразователем. Таким образом, амплитуда следующего импульса будет анализироваться относительно того же уровня, что и амплитуда предыдущего импульса.

На рис. 3 представлена схема такого "логического ВПС" для АЦП, в котором за переходной емкостью, нагруженной на истоковый повторитель с большим входным сопротивлением, включен транзисторный ключ.

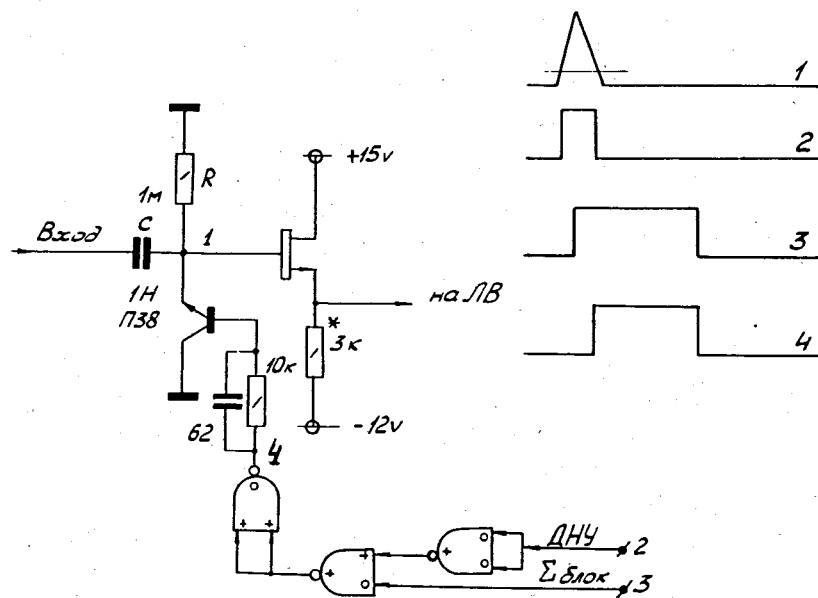


Рис. 3

В исходном состоянии транзистор всегда закрыт, а во время анализа входного импульса АЦП он открывается и закорачивает точку соединения переходной емкости и истокового повторителя на общую шину прибора — "ноль", что и позволяет полностью снять заряд, накопленный переходной емкостью за время действия входного импульса. Однако из времени, используемого для восстановления исходного "нулевого" уровня, всегда вычитается время импульса ДНУ. Это позволяет сохранить неизменной величину постоянной времени входной RC-цепи во время действия входного импульса, что гарантирует надежную передачу последнего. К тому же, если входной импульс приходит во время анализа предыдущего, переходная емкость заряжается и в этом случае через высокое входное сопротивление истокового повторителя, так как ключ закрыт, потому что есть сигнал ДНУ, а следовательно, приобретенный заряд будет малым, и он будет либо снят сразу же после сигнала ДНУ, либо незначительно изменит уровень на входе ЗРУ, если емкость не успеет разрядиться. При выборе постоянной времени входной RC-цепи необходимо стремиться к тому, чтобы условия надежной передачи входного импульса выполнялись при наименьшей емкости, тогда и постоянная времени цепи ее разряда будет наименьшей.

Ток в канале полевого транзистора истокового повторителя выбирается такой величины, чтобы положительное смещение в его истоке давало нулевой потенциал на входе ЗРУ при открытых ЛВ.

Проверка частотной характеристики АЦП проводилась по схеме рис. 4. При этом на вход преобразователя

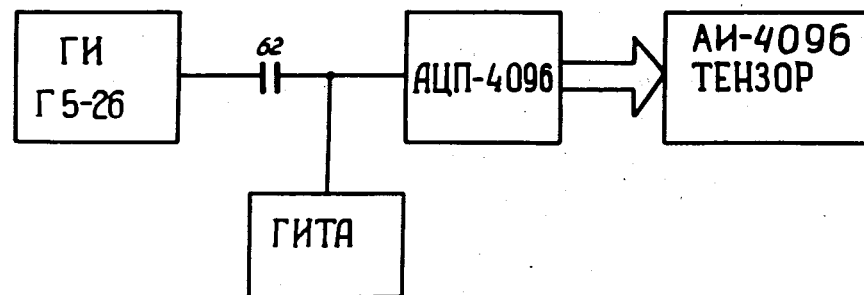


Рис. 4

подключался генератор импульсов точной амплитуды (ГИТА), работающий на частоте 145 Гц, а генератор импульсов переменной частоты подключался к входу АЦП через небольшую емкость, чтобы не шунтировать выход ГИТА генератором переменной частоты. Суммарный амплитудный спектр регистрировался на анализаторе АИ-4096 "Тензор". Данные измерений сведены в табл. 1, а полученная при этом частотная характеристика приведена на рис. 5. Стабильность положения пиков амплитудного распределения для нерегулярной

Таблица 1

Загрузка в кГц	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Адрес пикета пика	3784	3784	3784,3	3784,1	3784,2	3784	3784,2	3784	3784	3784,2	3783,8	3783,9

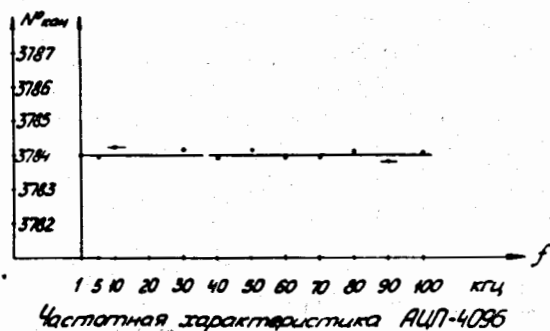


Рис. 5

загрузки измерялась при регистрации γ -излучения ^{226}Ra . Интенсивность изменялась от 1000 до 13500 имп/с. Результаты измерений приведены в табл. 2. Дальнейшее повышение интенсивности – до 30 000 имп/с проводилось за счет одновременной регистрации γ -излучения ^{226}Ra и ^{60}Co . Смещения пика γ -линии с энергией 609 кэВ (^{226}Ra) не наблюдалось.

Таблица 2

Энергия пика кэВ	609	609	609	609	609
Центр тяжести пика в каналах	1521	1521	1521	1521	1521
Загрузка на входе преобразо- вателя	1200	3500	7200	10300	13500

Конструктивно АЦП выполнен в модуле единичной ширины (17,2 мм) стандарта КАМАК.

Преобразователь может работать в двух режимах измерений – одномерном и многомерном. В первом случае АЦП имеет нормально открытый вход. ЛВ закрываются на время анализа импульса, а открываются только в моменты отсутствия импульсов на входе, или их амплитуда не достигает порога дискриминации. Считывание кода реализовано по команде NA(0)F(2). Запрос состояния триггера вызова на обслуживание L осуществляется командой NA(0)F(8), а сброс его – по NA(0)F(10). Выключение АЦП (запрет функционирования) возможно через внешний разъем на лицевой панели (блокировка), по шине I, а также командой NA(0)F(24), причем во всех случаях закрываются ЛВ, запрещается выход в магистраль кода и L. Команда NA(0)F(26) снимает запрет, если бы он был вызван наличием команды NA(0)F(24).

В режиме одномерных измерений АЦП может работать с системой стабилизации, для чего на его задней панели имеется разъем входа корректирующего напряжения, и там же выведен синхроимпульс, означающий, что в данный момент на магистрали крейта присутствует код преобразователя и что система стабилизации может его использовать.

В режиме многомерных измерений вход АЦП закрыт, для чего на вход "Строб" подается потенциал - 0,8 В (нуль В соответствует состоянию открытых ЛВ), и команда NA(1-15)F(24), которая блокирует выход только сигнала L в магистраль крейта. Для функционирования многомерной системы необходим управляющий модуль, формирующий общий для всех АЦП импульс "Строб" и общий запрос на обслуживание L, появляющийся после самого длинного потенциала "ВП", выход которого имеется также на задней панели каждого преобразователя. Вывод АЦП из многомерного режима измерений возможен по команде NA(1-15)F(26) и одновременным снятием отрицательного потенциала на входе "Строб".

Установление всех обслуживающих триггеров в состояние "0" происходит по сигналам Z или C. На любую понятую функцию АЦП выдает сигнал "1" по шине X, причем Q совпадает с X при L = "1".

Характеристики АЦП

- | | |
|---|---|
| 1. Число градаций | - 4096 или 8192 |
| 2. Полярность входных импульсов | - положительная |
| 3. Амплитуда импульсов | - $20 \cdot 10^{-3}$ - 10 В |
| 4. Длительность | - $0,3 \cdot 10^{-3}$ - $50 \cdot 10^{-3}$ с. |
| 5. Время заряда запоминающей емкости | - не более 120 нс. |
| 6. Динамический диапазон для импульсов указанной длительности | - не менее 400. |
| 7. Интегральная нелинейность | - $0,05 \pm 0,02\%$ |

- | | |
|--|---|
| 8. Дифференциальная нелинейность для 99% шкалы | - $0,8 \pm 0,2\%$ |
| 9. Частота генератора серии | - 100 МГц |
| 10. Температурная нестабильность коэффициента преобразования | - не хуже $0,1$ кан. $^{\circ}\text{C}$ |

11. Потребляемые токи

- | | |
|-------|----------|
| +24 В | - 90 мА |
| -24 В | - 80 мА |
| + 6 В | - 300 мА |
| - 6 В | - 320 мА |

12. Мощность, рассеиваемая блоком, - 5 Вт.

В заключение авторы выражают благодарность Г.Ф.Гридневу за ряд ценных замечаний при обсуждениях выбора варианта схемы многомерных измерений и В.М.Попову за помощь в монтаже преобразователя.

Литература

1. А.С.Трофимов, С.П.Челноков. Сообщение ОИЯИ, 10-7210, Дубна, 1973.
2. С.Г.Басиладзе, П.К.Маньяков. Препринт ОИЯИ, 13-7387, Дубна, 1973.
3. И.С.Крашенинников, С.С.Курочкин, А.В.Матвеев, Е.И.Рехин. "Современная ядерная электроника", т. 1, Атомиздат, 1974.
4. А.С.Трофимов, Л.П.Челноков. Устройство для разряда конденсатора. Авторское свидетельство СССР №416860. Бюллетень изобретений №7, 1974 г.
5. Е.Ковальский. Ядерная электроника, Атомиздат, 1972.
6. Электронная промышленность №8, 1972.
7. Report of ESONE Committee EUR 4100e, 1972.
8. В.М.Гребенюк, В.П.Николаев, В.Т.Сидоров. Препринт ОИЯИ, 13-7898, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
31 марта 1975 года.