

7270

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



10 - 7270

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

А.С.Трофимов, Л.П.Челноков

ШИРОКОДИАПАЗОННЫЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

10 - 7270

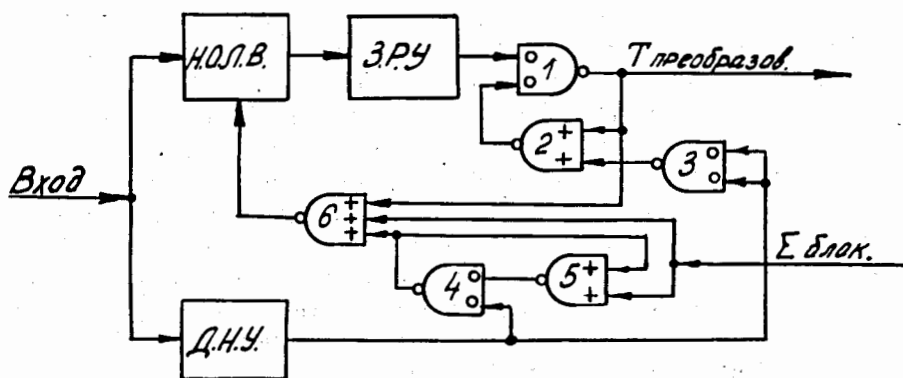
А.С.Трофимов, Л.П.Челноков

ШИРОКОДИАПАЗОННЫЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

ОИЯИ
БИБЛИОТЕКА

Широкодиапазонный аналого-цифровой преобразователь построен с использованием принципа линейной амплитудно-временной трансформации с последующим заполнением временного интервала равномерными временными метками.

На рис. 1 представлена функциональная блок-схема амплитудно-временного преобразователя. Анализируемый положительный импульс поступает одновременно на дискриминатор нижнего уровня /ДНУ/ и через нормально открытые линейные ворота /НОЛВ/ - на зарядно-



А. В. П

Рис. 1

разрядное устройство /ЗРУ/. ЗРУ заряжает запоминающий конденсатор до напряжения, равного амплитуде входного импульса. В момент прохождения вершины импульса ЗРУ переключается только на линейный разряд запоминающей емкости, а на логическом выходе ЗРУ появляется положительный импульс "время преобразования", длительность которого пропорциональна амплитуде входного импульса. Импульс "время преобразования" поступает на нормально закрытый ключ, который выполнен на двух входных схемах "И-НЕ" /1,2/, рис. 1. Ключ управляется выходным импульсом дискриминатора нижнего уровня, работающего в режиме триггера Шмидта. Если входной импульс не достиг порога дискриминации ДНУ, то ключ остается закрытым. В случае же превышения порога дискриминации входным импульсом выходной импульс ДНУ открывает ключ, подготавливая его к прохождению импульса "времени преобразования". Ключ работает так, что прошедший через него импульс "время преобразования" поддерживает его в открытом состоянии и при отсутствии открывающего ключа выходного импульса с ДНУ, до момента исчезновения импульса "времени преобразования" на входе ключа. Прошедший через нормально закрытый ключ импульс "времени преобразования" в дальнейшем будем называть "время цуга" для того, чтобы отличать его от импульсов "времени преобразования", которые появляются на выходе ЗРУ в результате анализа входных импульсов всех амплитуд, в том числе и не достигших порога дискриминации ДНУ. Передним фронтом импульса "время цуга" закрываются линейные ворота и далее удерживаются потенциалом "суммарная блокировка" в закрытом состоянии до окончания регистрации пришедшего события. В данном амплитудно-временном преобразователе /рис.1/ исключаются из анализа и возможной регистрации "резаные импульсы", которые могут возникнуть, если линейные ворота открыть после прохождения очередного входного импульса через максимум. Функцию блокировки "резаных импульсов" выполняет "схема фазировки", исполненная на двухвходных схемах "И-НЕ" /4,5/, рис.1, которая продлевает потенциал "суммарная блоки-

ровка" на время выходного импульса ДНУ, тем самым гарантируя то, что в момент открывания линейных ворот потенциал на входе меньше порога дискриминации ДНУ.

Линейные ворота

Основа линейных ворот - последовательно-параллельный ключ на транзисторах ПЗО /рис. 5/, управляемый переключателем тока. В исходном состоянии открыт транзистор T_3 и закрыт транзистор T_4 . Постоянный уровень на выходе линейных ворот, находящихся в открытом состоянии, регулируется величиной положительного смещения в базе эмиттерного повторителя /транзистор T_2 / и устанавливается равным "нулю" с точностью до одного милливольт, что позволяет исключить "пьедестал", и характеристика преобразования кодировщика поэтому "смотрит в ноль". Коэффициент передачи ЛВ в открытом состоянии не менее 0,9, в закрытом - не более $0,5 \cdot 10^{-3}$. Время переключения ворот из одного состояния в другое не более 0,1 мксек.

Логика АВП с нормально открытыми линейными воротами позволила реализовать высокую линейность характеристики преобразования кодировщика в области малых амплитуд импульсов, а также исключить из спектрометрического тракта принципиально необходимую в логике АВП с нормально закрытыми линейными воротами линию задержки, наличие которой приводит к дополнительному уширению шумовой линии за счет искажения частотных характеристик анализируемого спектрометрического импульса^{/2/}.

Зарядно-разрядное устройство

Зарядно-разрядное устройство /рис. 2/ состоит из сравнивающего дифференциального усилителя на полевых транзисторах, который управляет генератором тока заряда /ГТЗ/ запоминающей емкости и генератора тока линейного разряда, величина тока которого изменяется

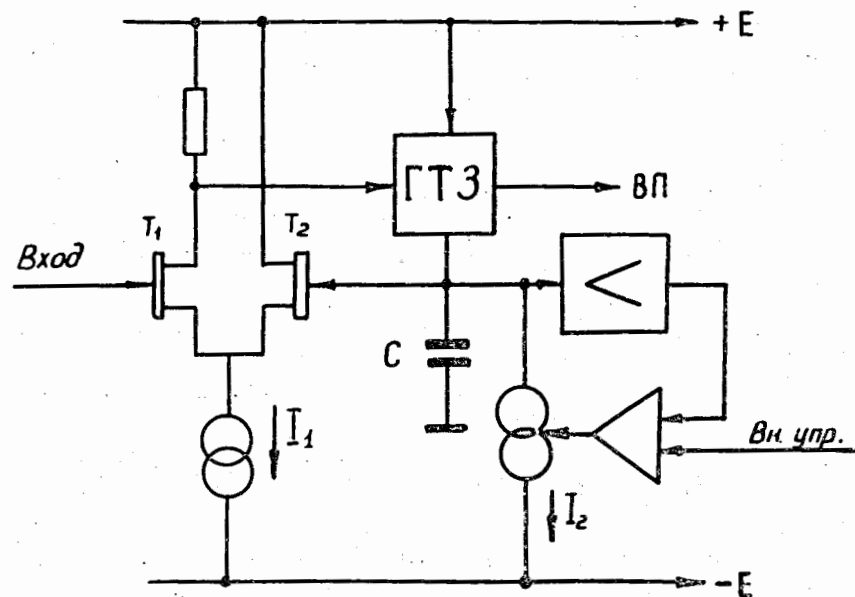


Рис. 2

в зависимости от величины мгновенного значения напряжения на запоминающей емкости C . В исходном состоянии, когда на входе ЗРУ - "ноль" и запоминающий конденсатор C разряжен, оба транзистора дифференциальной пары открыты и через каждый из них течет половинный ток генератора тока истоков. Транзисторы T_{10} T_{12} /рис. 5/ ГТЗ открыты, и через них замыкается ток генератора тока линейного разряда. Входной положительный импульс нарушает баланс токов в транзисторах дифференциального каскада так, что большая часть тока течет через транзистор T_1 /рис. 2/, в результате чего ГТЗ форсированно заряжает запоминающую емкость C , повышая ее потенциал до амплитудного значения входного импульса. По мере нарастания потенциала на емкости (C) ток заряда уменьшается, и в момент его равенства току I_2 /рис. 2/ нарастание потенциала на емкости прекращается. Этот момент соответствует вершине анализируемого импульса. Моменту прохождения вершины входного импульса соответствует резкое из-

менение уровня сигнала в цепи обратной связи зарядного устройства, в результате чего дифференциальный каскад начинает работать в таком режиме, когда большая часть тока генератора тока истоков течет через транзистор T_2 /рис. 2/. В этот же момент ГТЗ закрывается и начинается линейный разряд запоминающей емкости током I_2 . Так как транзистор T_{11} /рис. 5/, в коллекторе которого выделяется импульс "время преобразования", органически связан с зарядной цепью, то передний фронт импульса "время преобразования" соответствует вершине анализируемого импульса, потому что момент открывания транзистора T_{11} /рис. 5/ соответствует моменту закрывания транзистора T_{12} .

Предлагаемая схема зарядного устройства обеспечивает чувствительность 10-15 милливольт, что позволяет аналого-цифровому преобразователю регистрировать импульсы в широком динамическом диапазоне амплитуд. Однако возможность регистрации в широком динамическом диапазоне зависит не только от чувствительности зарядного устройства, так как может быть ситуация, когда скорость спада заднего фронта анализируемого импульса меньше скорости спада напряжения на запоминающей емкости во время линейного разряда, и в этом случае линейного преобразования $A \rightarrow T$ не будет. Таким образом, анализ амплитуд импульсов в диапазоне порядка 400 возможен при длительностях входных импульсов не больше 0,5 мксек.

Вследствие многих причин, анализ которых требует специального рассмотрения, процесс разряда запоминающей емкости C нелинеен даже при абсолютно постоянном токе I_2 . Поэтому в данном ЗРУ /рис. 2/ генератор тока разряда охвачен обратной связью, позволяющей изменять величину его тока в зависимости от мгновенного значения напряжения на запоминающей емкости, в такой степени, чтобы иметь необходимую линейность характеристики преобразования кодировщика, причем характер коррекции должен быть таким, что с уменьшением величины U_c ток разряда I_2 должен возрастать.

Дискриминатор нижнего уровня

ДНУ /рис. 5/ выполнен на компараторе SN72710, являющемся операционным усилителем. Дискриминатор имеет высокую чувствительность и позволяет работать с малыми амплитудами входных импульсов, начиная с нескольких милливольт.

Генераторы серии

В данном аналого-цифровом преобразователе возможно применение двух генераторов серии. Генератор серии /рис. 3/ выполнен на двухвходовых схемах "И-НЕ". Он работает на частоте 20 МГц, прост и компактен, хорошо и надежно управляется, однако с изменением температуры изменяется его рабочая частота. Это приводит к необходимости включать в последовательную цепь распространения сигнала схему термокомпенсации для повышения температурной стабильности рабочей частоты генератора /например, полевой транзистор с температурно-зависимым делителем в затворе/. Настройка такой схемы трудоемка и не всегда приводит к желаемым результатам.

На рис. 4 изображен генератор серии с кварцевой стабилизацией частоты, работающий на частоте 30 МГц. Возбудитель выполнен по схеме Батлера и рабо-

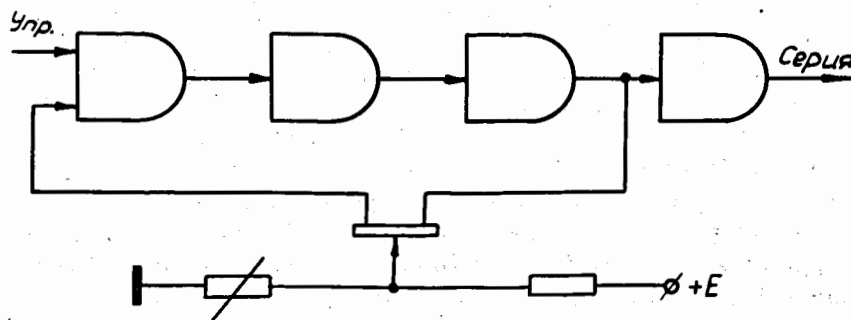


Рис. 3

тает на третьей гармонике десятимегагерцового кварцевого резонатора. Функцию ключа, пропускающего серию на адресный счетчик, выполняет триггер ИТР371. В оба плеча триггера по установочным входам со сдвигом фаз на 180° подается синусоидальный сигнал с частотой 30 МГц. В исходном состоянии триггер по параллельному установочному входу удерживается в состоянии, при котором на выходе генератора "высокий уровень". Во время импульса "Т-преобразования" триггер формирует импульсы серии, фазируя их с началом и концом импульса управления.

В описываемом аналого-цифровом преобразователе логическая часть его выполнена на интегральных микросхемах транзисторно-транзисторной логики. Триггеры адресного счетчика со всеми последующими устройствами соединены через нормально открытые ключи, закрывающиеся во время работы генератора серии. Это сделано с целью уменьшения цифровой дифференциальной нелинейности АЦП, которая является следствием наводок мощных выходных цепей, связанных с адресным счетчиком, на запоминающую емкость АВП во время переброса триггеров адресного счетчика на стадии окончания линейного разряда запоминающей емкости.

Характеристики АЦП

Число каналов	- 4095
Полярность входных импульсов	- положительная
Максимальная амплитуда входных импульсов	- 10 вольт
Время заряда запоминающей емкости	- не более $0,2 \cdot 10^{-6}$ сек
Динамический диапазон для импульсов длительности $0,5 \cdot 10^{-6}$ сек	- 400
Частота генератора цуга	- 20 или 30 МГц
Интегральная нелинейность	- $\pm 0,05 \pm 0,02\%$

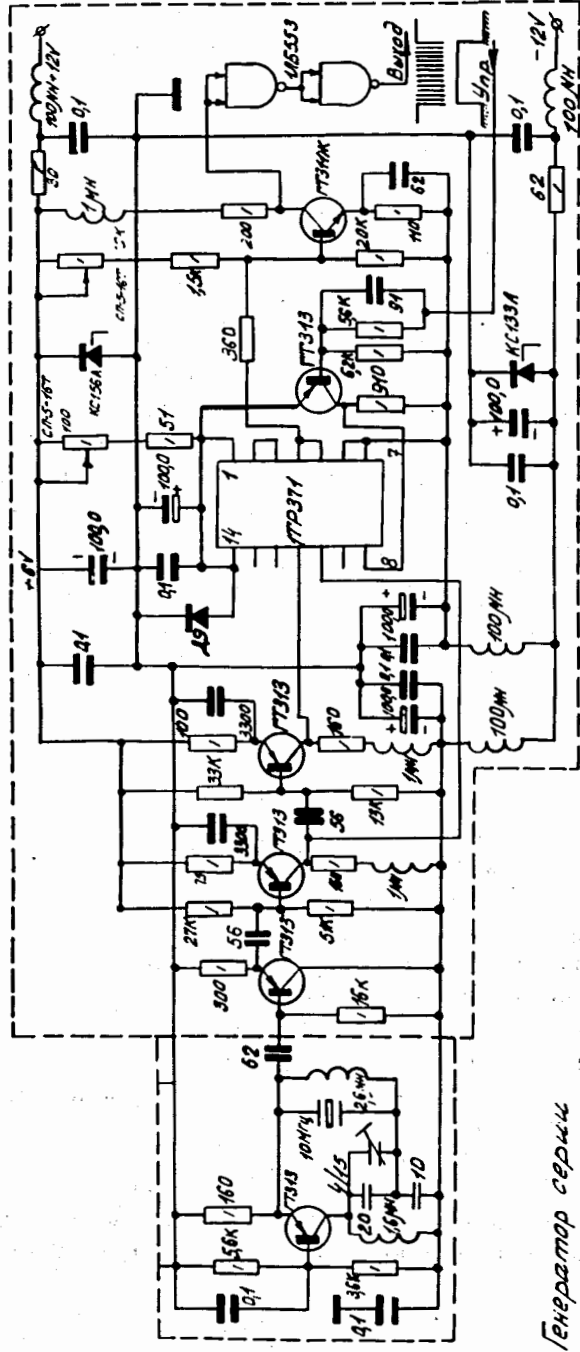


Рис. 4

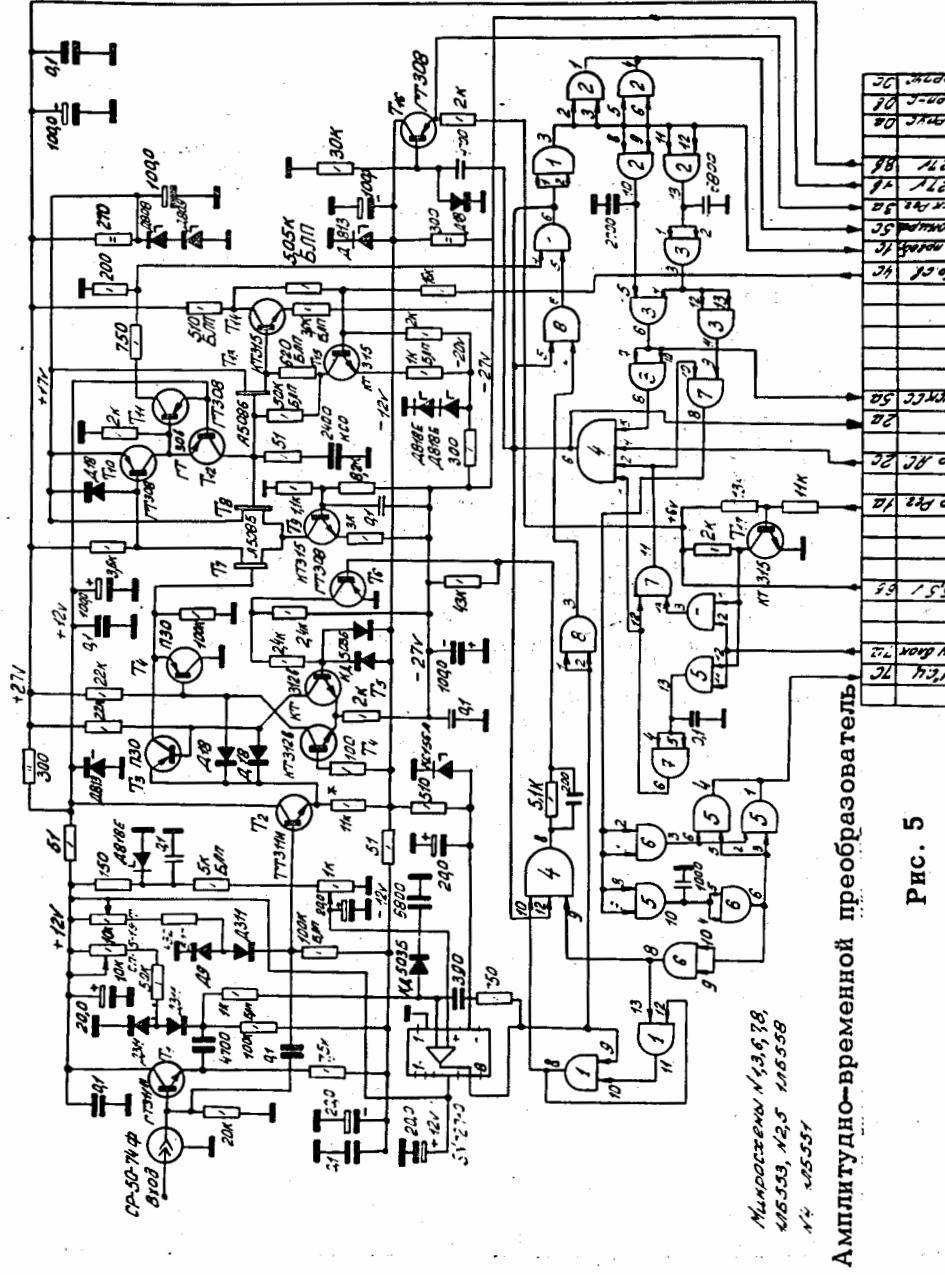


Рис. 5

Дифференциальная нелинейность - $/1 \pm 0,5\%/$
Температурная нестабильность
с кварцевой стабилизацией
частоты генератора серии
в диапазоне 0-45° - не более $2,5 \cdot 10^{-5} \text{C}$
/0,1 кан.град. С для мак-
симальной амплитуды/.

В заключение авторы выражают благодарность В.Г.Субботину за помощь при разработке преобразователя и участие в обсуждениях.

Литература

1. P.Casoli, P.F.Manfredi. Accuracy and Charging Speed in Pulse Stretchers. Part 1. *Energia nucleare*, vol. 16/n7/luglio, 1969. Part 2. *Energia nucleare*, vol. 16/n8/ agosto, 1969.
2. Ке Ен Сун, В.И.Приходько, А.М.Сухов, В.Г.Тишин. Препринт ОИЯИ, Р10-3332, Дубна, 1967.
3. Радиотехнические схемы на транзисторах и туннельных диодах, под редакцией Р.А.Валитова. Изд-во "Связь", Москва, 1972.
4. Е.Ковальский. Ядерная электроника. Атомиздат, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 июня 1973 года.