

6742

ЭНЕРГЕТИКА

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.



13 - 6742

С.Г.Басиладзе

БЛОК ДИНАМИЧЕСКОЙ АНАЛОГОВОЙ ПАМЯТИ
С НАНОСЕКУНДНЫМ БЫСТРОДЕЙСТВИЕМ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1972

13 - 6742

С.Г.Басиладзе

БЛОК ДИНАМИЧЕСКОЙ АНАЛОГОВОЙ ПАМЯТИ
С НАНОСЕКУНДНЫМ БЫСТРОДЕЙСТВИЕМ

Направлено в ПТЭ

ОИ И
БИБЛИОТЕКА

Одним из ведущих направлений развития современных электронно-физических установок является существенное повышение числа каналов измерения энергий (амплитуд сигналов). Общим для подобных установок является перевод сигналов в цифровую форму и последовательная выдача их в ЭВМ для целей обработки (контроля, управления). В частности, сигналы могут появляться по всем каналам одновременно, например, от искомого физического события или при стробировании медленно меняющихся параметров ускорителя. В этом случае необходимо обеспечить запоминание величин сигналов в цифровой или аналоговой форме и поочередную подачу их на линию связи с ЭВМ. К настоящему времени уже созданы^{1,2/} установки для анализа величин многих сигналов наносекундной длительности. Они содержат от 60 до 150 черенковских спектрометров полного поглощения. Сигнал с каждого черенковского спектрометра (ФЭУ) представляет собой импульс тока с амплитудой до $5 + 15$ ма и длительностью $50 + 150$ нсек. Выделившаяся в спектрометре энергия пропорциональна заряду на выходе ФЭУ ("площади" сигнала).

Использование амплитудно-цифрового преобразователя в каждом из ~ 100 каналов для преобразования величин сигналов, с запоминанием их в цифровой форме и последовательной выдачей в ЭВМ, обеспечивает существенный выигрыш во времени передачи данных. Время передачи данных в ЭВМ состоит из одного интервала преобразования всех АЦП и 100 интервалов записи данных в ЭВМ.

Применение способа аналогового хранения информации, аналогового коммутатора и одного АЦП на линии связи с ЭВМ требует существенно больших затрат времени, поскольку происходит 100-кратное последовательное преобразование величин сигналов в цифровую форму с помощью АЦП и соответственно 100 циклов

записи в ЭВМ. Однако в этом случае примерно на порядок сокращаются габариты и стоимость аппаратуры в силу того, что канал аналоговой памяти существенно проще, нежели АЦП ^{13/}.

Промежуточный вариант, очевидно, будет наилучшим решением, т.е. когда каналы аналоговой памяти разбиты на группы, работающие каждая на свой АЦП. Число групп должно быть примерно равно отношению времени преобразования АЦП к циклу записи в ЭВМ^{х)}. При этом скорость передачи данных в ЭВМ будет близка к максимальной, а усложнение аппаратуры будет незначительным.

В настоящей работе описан блок аналогового хранения информации интегрирующего типа с параллельной записью и последовательной выдачей данных (по сигналам синхронизации), составляющий основу аналогового 88-канального ЗУ с разбиением на 4 группы. При разработке ставилась задача реализовать каналы памяти с минимальным временем записи ~ 10 нсек, максимальной чувствительностью ~ 600 пикокулон (на всю шкалу) и с временем хранения не менее 1 мсек. На выходе аналоговые сигналы должны иметь длительность ~ 1 мсек и появляться с периодом $30+50$ мсек в зависимости от прихода строб-импульса "чтение". В описываемом блоке содержится четыре канала памяти, выходной сумматор и необходимые схемы управления. На рис. 1а представлена его блок-схема, показаны первый канал (обведен пунктиром) и схемы управления. На рис. 1б дана временная диаграмма работы блока.

х) Эти величины соответственно составляют: 20 мсек для АЦП и ~ 4 мсек для малой ЭВМ типа НР2116В, т.е. для разбиения, например, на 4 группы скорость передачи данных будет составлять 4 числа за 40 мсек.

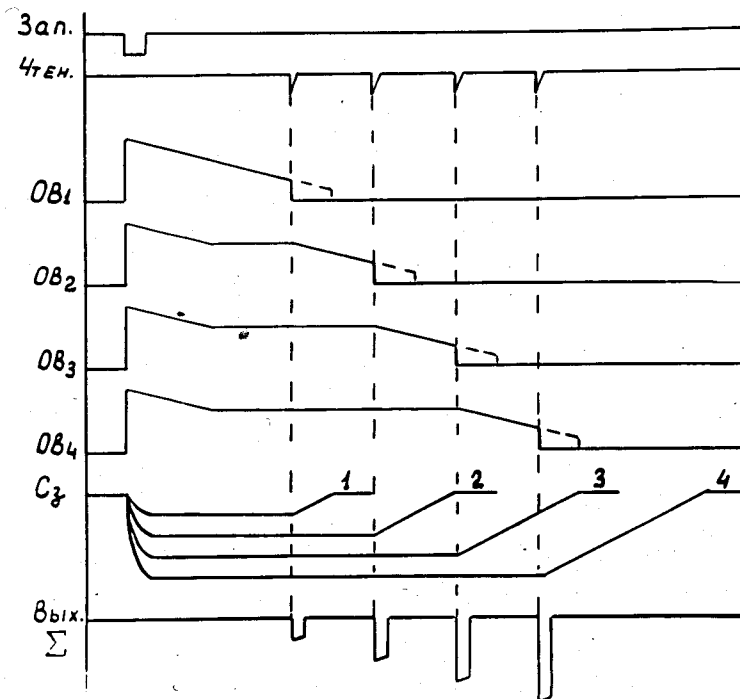
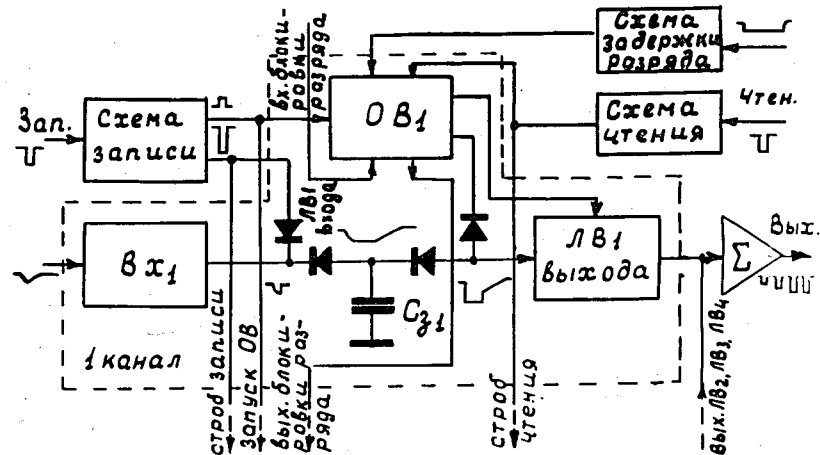


Рис. I

Рис. I. а) Блок-схема первого канала памяти и устройств управления, б) временная диаграмма работы блока.

Каждый канал состоит из входного преобразователя импульса напряжения на подводящем кабеле в импульс тока. К выходу преобразователя подключены входные линейные ворота, состоящие из двух диодов, которые запрещают в нормальном состоянии прохождение импульса тока от входного сигнала на запоминающую емкость C_3 . При приходе импульса "Запись" схема записи вырабатывает отрицательный сигнал амплитудой 6в и открывает линейные ворота всех четырех каналов. Величина строб-сигнала со схемы записи определяет максимально возможную амплитуду, до которой может зарядиться запоминающая емкость, интегрирующая входной сигнал. По окончании импульса "Запись" диод, через который заряжалась C_3 , закрывается, а диод, подключенный к схеме записи, открывается и препятствует прохождению импульса тока со входа на C_3 . Таким образом, производится параллельная запись информации, а затем входные цепи отключаются от запоминающих емкостей.

Выходная часть также должна иметь малые рабочие токи в точке подключения к C_3 , по крайней мере в интервале хранения информации. Для обеспечения большого входного сопротивления схемы считывания в конденсаторной памяти /4,5/ обычно используют полевые транзисторы. Они же, в проходном включении, используются как линейные ворота на входе. Использование полевых транзисторов в данной схеме неприемлемо по двум причинам. Для линейных ворот на входе они не обеспечивают достаточного быстродействия из-за сравнительно больших величин внутренних сопротивлений. Использование же полевых транзисторов в качестве истоковых повторителей на выходе создает

проблему разрядки запоминающей емкости по окончании времени хранения, поскольку входная цепь может только заряжать емкость. В силу этого отключение емкости на время хранения от выходных цепей производится также с помощью диодной цепочки. Диод, подключенный к выходу одновибратора, выдающего во время выдержки отрицательный импульс амплитудой 6в, запирает проходной диод, тем самым на запоминающей емкости на время хранения остается постоянный потенциал.

Одновибраторы во всех каналах запускаются одновременно импульсом со схемы записи (рис. 1а). По окончании времени выдержки одновибратора (на рис. 1б показаны потенциалы на времязадающих емкостях одновибраторов $OB_1 + OB_4$) диод, подключенный к его выходу, закрывается при величине потенциала, хранящегося на C_3 , а проходной диод при этом потенциале открывается, подключая запоминающую емкость к выходным линейным воротам. Линейные ворота выхода открываются также задним фронтом одновибратора, проходящим через дифференцирующую цепочку с длительностью импульса на выходе ~ 1 мксек. После выключения одновибратора запоминающая емкость медленно разряжается входным током выходных линейных ворот ($\sim 0,03$ ма), в течение же 1 мксек импульс на выходе линейных ворот имеет практически плоскую вершину.

Одновибраторы должны выключаться последовательно друг за другом, с тем чтобы импульсы с выходных линейных ворот последовательно подавались с каждого из каналов на выходной сумматор. Этого можно достичь, настраивая время выдержки каждого последующего одновибратора на определенную величину больше, чем у предыдущего одновибратора. Однако при этом точность задания времени выдержки последующих одновибраторов должна все время повышаться,

и для большого числа каналов она достигнет неприемлемо большой величины. Поэтому в данной схеме используются идентичные мультивибраторы, объединенные последовательно цепями блокировки разряда времязадающих емкостей ниже некоторой определенной величины (см. рис. 1а, б). Времязадающие емкости второго и последующих мультивибраторов удерживаются при определенной величине потенциала от дальнейшего разряда предыдущим мультивибратором, до тех пор, пока не произойдет его выключения. После этого времязадающая емкость может продолжать разряжаться до порога отпускания мультивибратора. Если, однако, незадолго до этого момента времени со схемы чтения поступит строб-импульс, повышающий порог отпускания мультивибратора, то он выключится этим импульсом. Остальные мультивибраторы не выключаются в этот момент времени, поскольку потенциалы на их времязадающих емкостях достаточно далеки от порога отпускания. Из рис. 1б видно, что на первый мультивибратор синхронимпульс "Чтение" должен подаваться с большим интервалом (примерно вдвое), чем на последующие.

Вход и выход блокировки имеется в каждом мультивибраторе, это дает возможность последовательно наращивать их и получать аналоговое ЗУ с последовательной выдачей достаточно большой емкости. Кроме того, первый мультивибратор в блоке имеет дополнительный вход со схемы задержки разряда, позволяющий сдвигать выдаваемую серию на выходе сумматора на необходимый интервал времени.

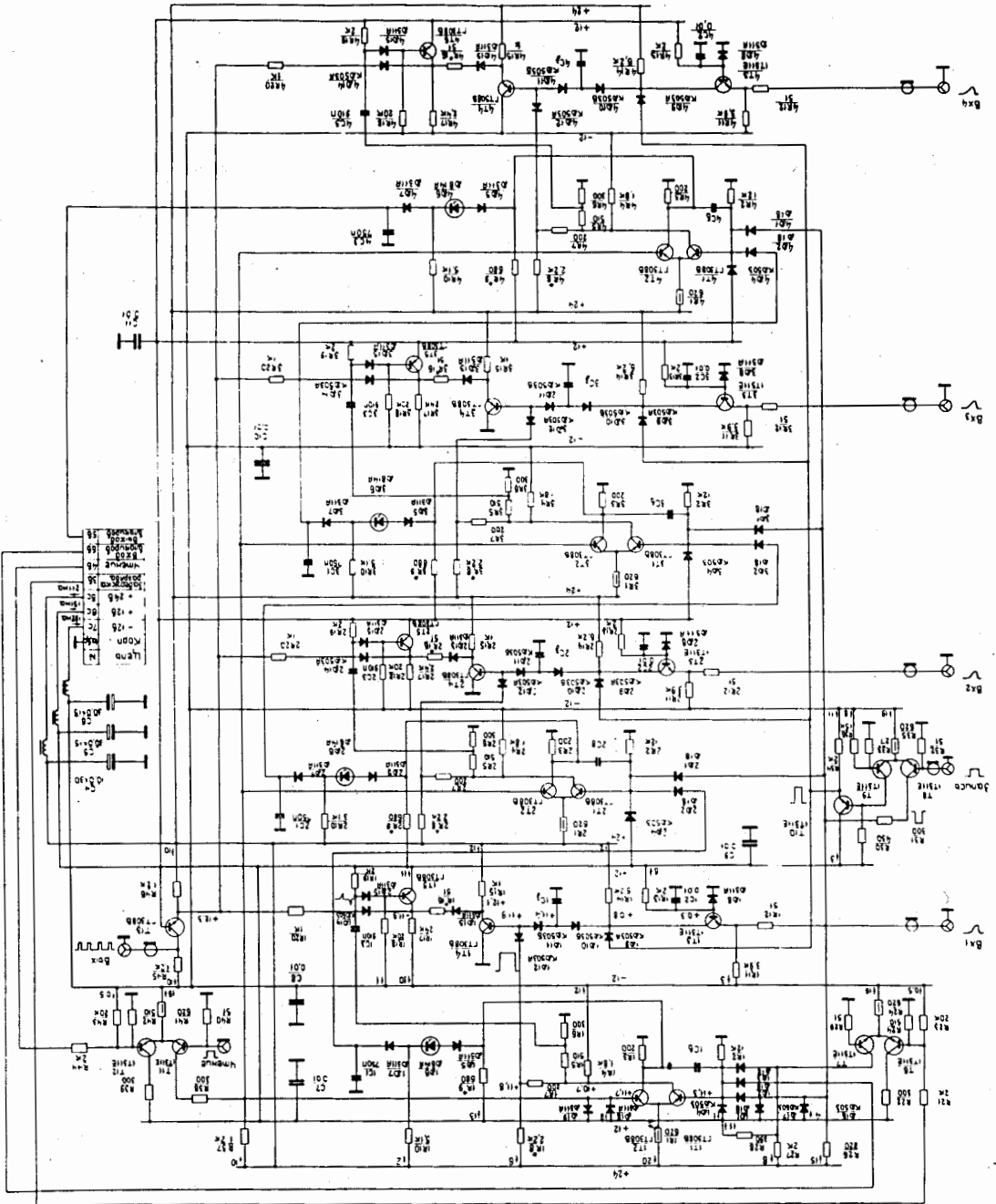
Описание принципиальной схемы. На рис. 2 показана принципиальная схема блока. Показаны два канала и схемы управления. Мультивибратор собран на транзисторах Т1 и Т2. Он синхронизируется импульсами "Чтение" в пределах от 0,5 до 1,0 от времени выдержки. Подстройкой сопротивления R_8 регулируется начальная величина потенциала на диоде Д12, а сопротивления R_9 — величина ограничения потенциала при блокировке разряда времязадающей емкости последующего мультивибратора (время выдержки мультивибратора по окончании блокировки).

Преобразователь входного сигнала в импульс тока собран на транзисторе Т3, входные линейные ворота — на диодах Д9 и Д10. Диоды Д11 и Д12 отключают запоминающую емкость на время хранения от выходных линейных ворот, собранных на эмиттерном повторителе Т4, проходном диоде Д13 и ключевом транзисторе Т5. Диод Д14 используется для снижения величины пьедестала выходных линейных ворот, величина которого может регулироваться в пределах от 100 мВ до 300 мВ подстройкой сопротивления R_{16} .

Схема записи состоит из дифференциальной пары на транзисторах Т8 и Т9 и эмиттерного повторителя Т10. Схема чтения содержит транзисторы Т11, Т12 и может включаться как отрицательным импульсом с уровнями НИМ с передней панели, так и положительным импульсом с уровнями ТТЛ с разъема питания. С разъема питания управляется также схема задержки разряда (Т6, Т7). Линейным сумматором является транзистор Т13, включенный по схеме с общей базой.

Рис. 2. Принципиальная схема блока

10



Краткие характеристики. На рис. 3 показаны передаточные характеристики одного из каналов ^{х)} при различных длительностях входного сигнала. Величина запоминающей емкости в канале -300пф (близка к минимальной). Как следует из рисунка 3, удельная величина $C\tau$ составляет 20 пф на одну наносекунду длительности входного сигнала для получения коэффициента передачи, равного 1.

Время переключения входных линейных ворот не более 15 нсек. Входные линейные ворота имеют пьедестал, равный по току $I_{ма}$. Этот ток интегрируется на протяжении интервала открывания ворот импульсом "Запись".

Максимальная практически приемлемая величина запоминающей емкости составляет 0,25 мкф. Переход к электролитическим емкостям не дает выигрыша во времени хранения, так как резко возрастают токи утечек. На рис. 4 приведены интервалы длительностей хранения информации для крайних величин запоминающих емкостей. Как следует из представленных данных, время хранения превышает время записи в 10^6 раз (при комнатной температуре). Эта величина есть отношение рабочих токов транзистора ТЗ при записи к токам утечки диодов Д10 и Д11.

Интегральная линейность каналов в диапазоне амплитуд выходных импульсов от - 0,1в до - 6в не хуже $\pm 0,5\%$.

Удельная величина времязадающей емкости одновибраторов составляет 1000 пф/мксек. Длительность сигнала общей задержки разряда может быть любой в пределах времени хранения. Минимальная рабочая длительность импульсов "Запись" и "Чтение" равна 20 нсек.

^{х)} Снятые с помощью АЦП /3/.

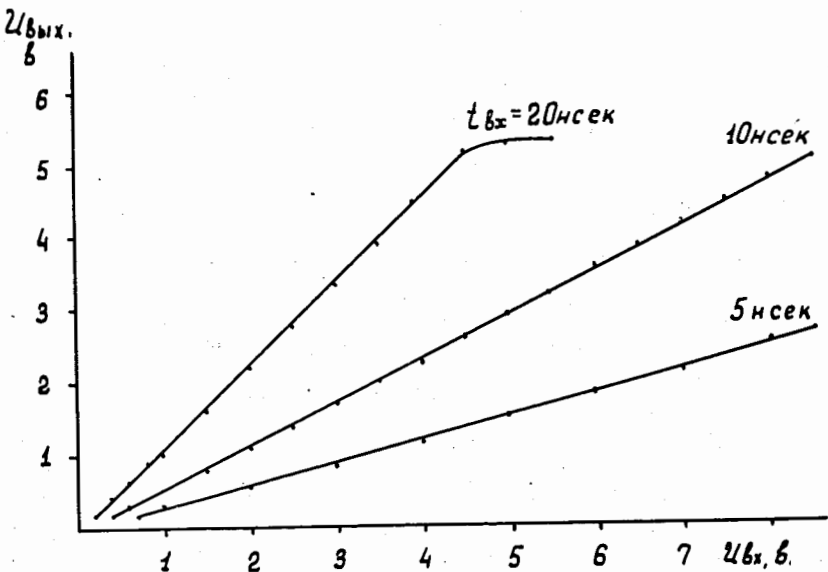


Рис.3. Передаточные характеристики канала для $C_3 = 300$ пФ при длительностях входного сигнала 5; 10; 20 нсек.

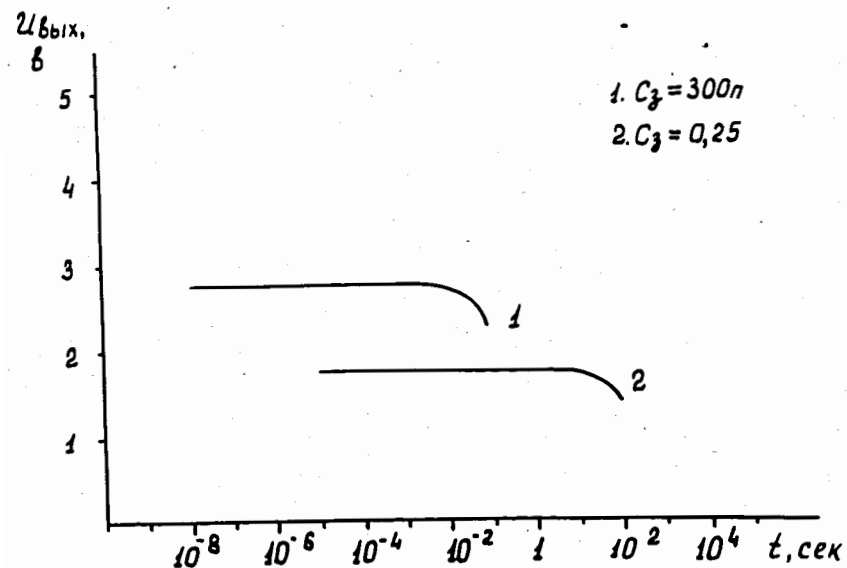


Рис.4. Зависимости амплитуды выходного сигнала от величины интервала хранения для минимальной и максимальной величин запоминающих емкостей.

Конструктивное оформление. Конструктивно блок выполнен в совместимом стандарте САМАС-"Вишня"/6/. Печатная плата с размерами 270×184 мм² состоит из двух половин, на каждой из которых собирается по 4 канала со схемами управления. Благодаря этому можно реализовать восемь каналов памяти в блоке САМАС единичной ширины, либо четыре канала (на половине платы) в блоке "Вишня" - 40×160 мм². Допустима также реализация 8 каналов в блоке "Вишня" - 80×160 мм² с установкой в него обеих половин печатной платы.

В заключение автор считает своим долгом поблагодарить А.А.Виноградову и В.А.Григорьеву за помощь в составлении документации и монтаже схем.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Holder, E. Radermacher, A. Stande, P. Darriulat, J. Deutsch, M. Hansroul, S. Orito, J. Pilcher, C. Rubbia, P. Strolin, K. Tittel, A. Fainberg, C. Gross-Pilcher, M. Scire. On the decay K_L Preprint CERN, Geneva, April 1972.
2. B. J. Blumenfeld, L. M. Lederman. Nucl. Instr. & Meth., 92, 427 - 431, 1971.
3. В.А.Арефьев, С.Г.Басиладзе, В.Я.Гвоздев, А.Г.Грачев, И.Ф.Колпаков, П.К.Маньяков, Н.М.Никитюк, В.А.Смирнов. Система быстрых электронных блоков для физических экспериментов. Сообщение ОИЯИ № 13-5447, Дубна, 1970г.

4. W.Farr. Elektronik, No 1, 1971, 3-5.

5. J.Dunlop. Electronic Engineering, November 1971, 34-35.

6. С.Г.Басиладзе, В.Я.Гвоздев, И.Ф.Колпаков, П.К.Маньяков, В.Тлачала. Система быстрых электронных блоков в стандарте САМАС - "Вишня". Сообщение ОИЯИ № 13-6383, Дубна, 1972г.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 сентября 1972 года.