

3958/2-75

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



13/x-75

Б-534

9 - 9041

Т.В.Беспалова, И.А.Голутвин, Н.И.Замятин,
В.Д.Кондрашов, А.А.Попов, Д.А.Смолин,
В.С.Хабаров

БЛОКИ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ ИМПУЛЬСОВ
В СТАНДАРТЕ "КАМАК"

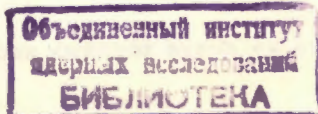
1975

9 - 9041

Т.В.Беспалова, И.А.Голутвин, Н.И.Замятин,
В.Д.Кондрашов, А.А.Попов, Д.А.Смолин,
В.С.Хабаров

**БЛОКИ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ ИМПУЛЬСОВ
В СТАНДАРТЕ "КАМАК"**

Направлено в ПТЭ



Беспалова Т.В., Голутвин И.А., Замятин Н.И.,
Кондрашов В.Д., Попов А.А., Смолин Д.А., Хабаров В.С. 9 - 9041

Блоки временной задержки импульсов в стандарте КАМАК

Приводятся характеристики, принципы построения и некоторые схемные решения шести типов блоков временной задержки электрических сигналов, разработанных в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ. Данный набор блоков обеспечивает задержку как аналоговых, так и дискретных сигналов в интервале времен от 3 нс до нескольких сот миллисекунд. Управление величиной выдержки производится как вручную, так и по командам ЭВМ.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1975

Практически любая физическая установка в составе своей аппаратуры имеет блоки задержки электрических сигналов.

По принципу работы устройства задержки можно разделить на два класса:

1. Устройства задержки с сохранением формы сигнала. Они обычно выполняются на различного рода линиях. Задержка сигнала в них осуществляется за счет конечной скорости распространения физических процессов – электромагнитных волн, звука и т.п.

2. Устройства задержки без сохранения формы задерживаемого сигнала. Они основаны на сравнении:

а) напряжений или токов (мультивибраторы, фантастроны и т.п.);

б) чисел. Для данного типа задержек характерна существенно более высокая точность по сравнению с предыдущими (а) при относительно больших величинах выдержки.

В данном сообщении приведены описания и основные характеристики блоков электрической задержки сигналов, разработанных в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Устройства задержки, сохраняющие форму входного сигнала

К этому классу устройств относятся два блока – задержки типа 038 и 054. В качестве элементов задержки в них использованы отрезки кабеля РК-50-4-13. Коммутация элементов задержки в блоке типа 038 производится вручную переключателями МТ-2, расположенными на передней панели блока.

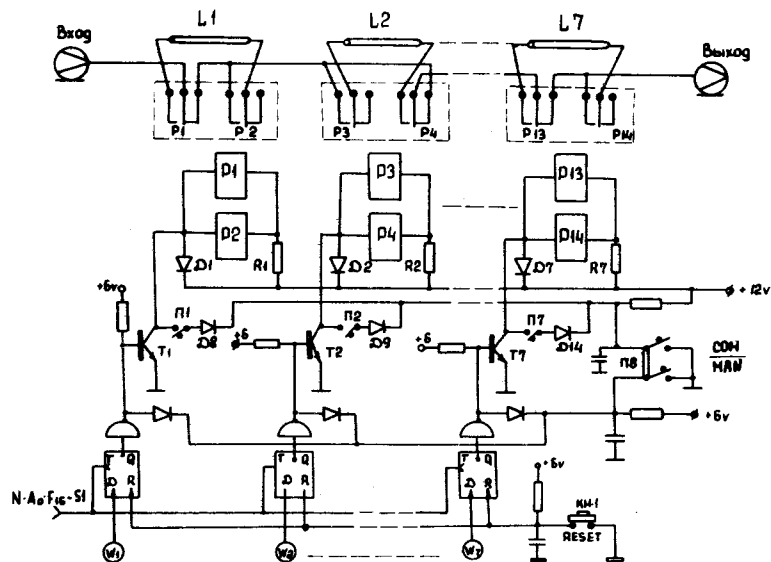


Рис. 1

Диапазон задержек - 3 нс + 127 нс.

Минимальный шаг изменения задержки - 1 нс.

Ширина блока - 34,2 мм.

Входной и выходной разъемы - типа СР-50-73Ф.

На рис. 1 представлена принципиальная схема блока задержки типа 054. Управление величиной выдержки в этом блоке осуществляется:

- 1) вручную с помощью переключателей П1 + П7, расположенных на передней панели блока;
- 2) с помощью ЭВМ.

В этом случае код, соответствующий заданному интервалу выдержки по команде NA_0F16 , заносится в регистр на D-триггерах. (Предварительная очистка регистра не нужна - при записи происходит смена кода).

Выбор режима работы блока осуществляется переключателем П8.

В качестве коммутирующих элементов в этом блоке использованы реле типа РЭС-15-003.

Диапазон задержек - 3 нс + 63,5 нс.

Минимальный шаг изменения задержки - 0,5 нс.

Ширина блока - 34,2 мм.

Входной и выходной разъемы типа СР-50-73Ф.

УСТРОЙСТВА ЗАДЕРЖКИ, НЕ СОХРАНЯЮЩИЕ ФОРМУ ВХОДНОГО СИГНАЛА

1. Блок задержек с плавным изменением времени выдержки (тип 052)

Блок используется в тех случаях, когда нет больших требований к стабильности времени выдержки и длительности задержанного сигнала.

В качестве элементов задержки и длительности выходного импульса использованы ждущие мультивибраторы с время-задающими RC-цепями, включенными в цепь эмиттеров. Принципиальная схема блока приведена на рис. 2.

Блок имеет следующие параметры:

Входное сопротивление - 50 Ом,

Уровень входного сигнала - NIM .

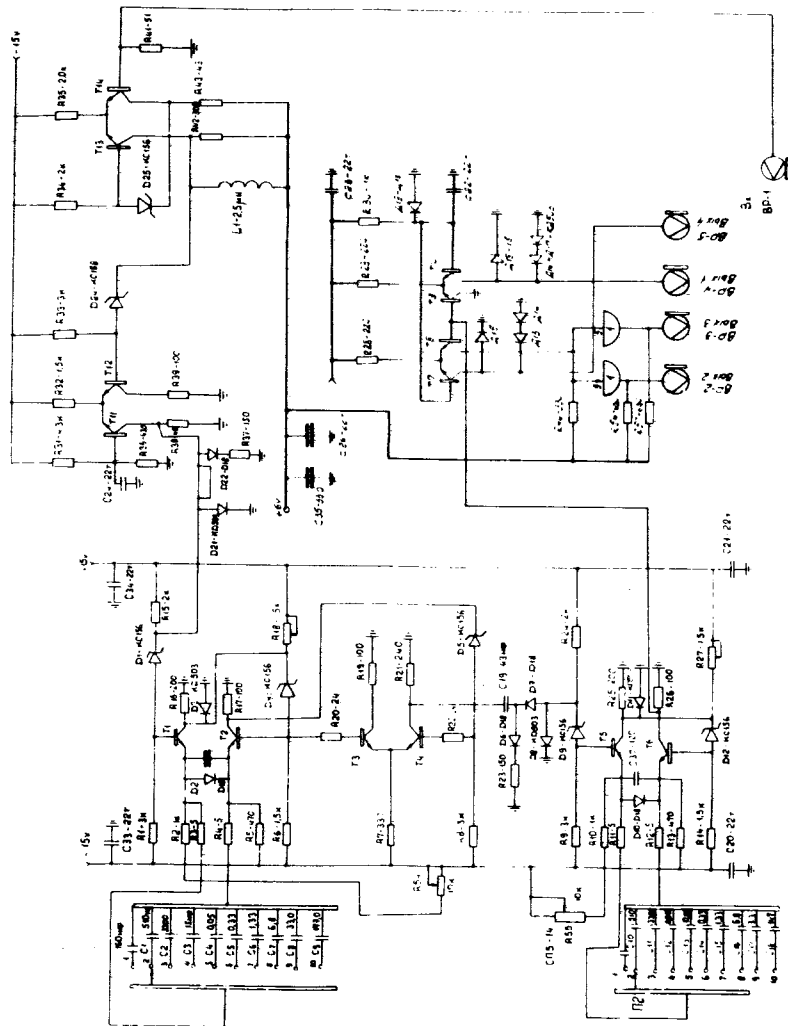


Рис. 2

Длительность входного сигнала ≥ 20 нс.

Диапазон изменения задержки и длительность входного сигнала - $0,06 + 1.10^5$ мкс. Он разбит на 10 поддиапазонов с плавной регулировкой многооборотным потенциометром внутри каждого поддиапазона - $0,06 + 0,15$ мкс; $0,15 + 0,5$ мкс; $0,5 + 2,0$ мкс; $2,0 + 10,0$ мкс; $10,0 + 40,0$ мкс; $40,0 + 200,0$ мкс; $200,0 + 1000,0$ мкс; $1,0 + 5,0$ мс; $5,0 + 20,0$ мс; $20,0 + 100,0$ мс.

Каждый поддиапазон имеет минимум 10-процентное перекрытие с соседними.

Изменение во времени величины задержки и длительности выходного импульса не превышает 0,5% (в течение 5 час.).

Изменение величины задержки и длительности выходного импульса при изменении питающих напряжений в пределах $\pm 0,5\%$ (требования КАМАК к напряжению ± 24 В) составляет $\pm 0,25\%$.

Минимальный период следования входных импульсов не превышает удвоенного значения большей из величин $T_{зад.}$ или $T_{длит.}$ Блок имеет 4 выхода - 2 с уровнями NIM; - 2 с уровнями TTL.

Конструктивно блок представляет собой ячейку КАМАК шириной 17,2 мм.

2. Дискретные задержки микро- и миллисекундного диапазонов

Принцип действия этого типа задержек основан на сравнении времени выдержки, задаваемого в виде кода, и показаний счетчика, считающего точно известные отрезки времени. На рис. 3 приведена функциональная схема, поясняющая принцип построения задержек такого типа.

Временные интервалы задаются генератором, частота срабатывания которого стабилизирована кварцем, обеспечивающим стабильность не хуже $10^{-5} + 10^{-6}$.

Схема синхронизации осуществляет привязку входного импульса к частоте генератора. Она особенно необходима при использовании синхронно работающих счет-

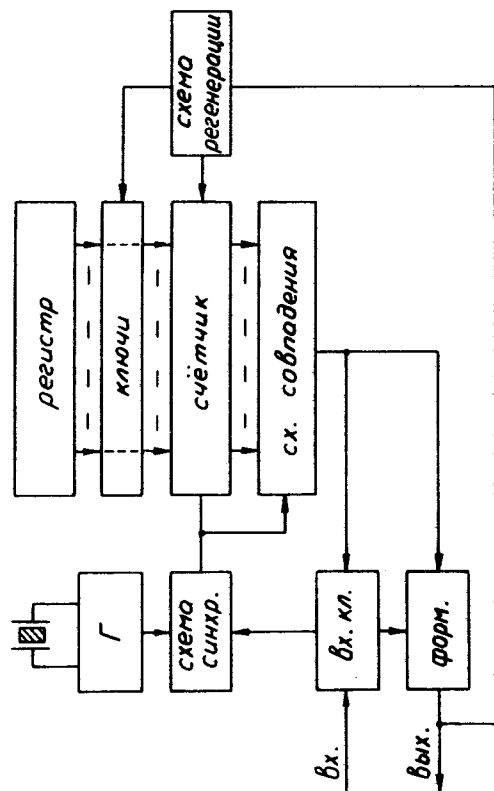


Рис. 3

чиков. (Пороги срабатывания триггеров, используемых в счетчике, имеют разброс по длительности входного импульса, а частота генератора выбирается, как правило, близкой к максимальной частоте работы счетчика).

Подсчет временных интервалов ведется в счетчике, который работает на вычитание. Такой режим позволяет существенно упростить схему, определяющую конец выдержки. В этом случае схема совпадения есть не что иное, как детектор нулевого состояния счетчика.

Код, соответствующий задаваемой величине выдержки, заносится в счетчик через ключи с запоминающего регистра. Управление переносом кода в счетчик производится схемой регенерации после окончания времени выдержки.

Ключ на входе схемы блокирует вход на время выдержки и регенерации, а в случае установки (задания) нулевой задержки пропускает входной импульс через формирователь сразу на выход.

Блок задержек (тип 043)

Данный блок выполнен в совмещенном стандарте КАМАК - "Вишня". Он представляет собой ячейку шириной 80 мм, в которой содержатся две независимые схемы. На рис. 4 представлена принципиальная схема одного канала.

В качестве задающего генератора использован стабилизированный кварцем мультивибратор. Частота 5 или 10 МГц (перестройка осуществляется сменой кварцевого резонатора). Схема синхронизации (М 6, 7, 8) обеспечивает фазировку входного сигнала и частоты генератора с точностью до периода. Делитель частоты (коэффициент деления 5 и 10), включенный после схемы синхронизации, и смена кварцевых резонаторов позволяют в четыре раза менять шаг дискретности, а следовательно, и максимальную задержку сигнала.

На J-К триггерах (Т 5,6,7,8) построена синхронная декада, работающая на вычитание. Связь между декадами асинхронная. Запоминающий регистр построен на

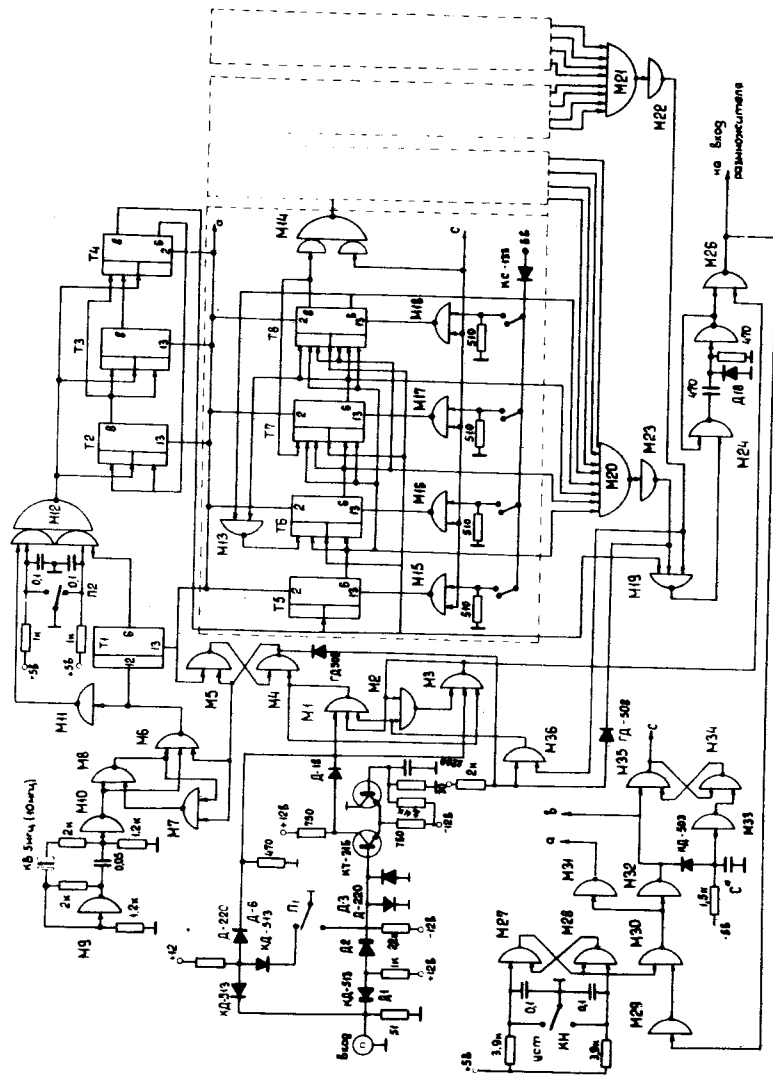


Рис. 4

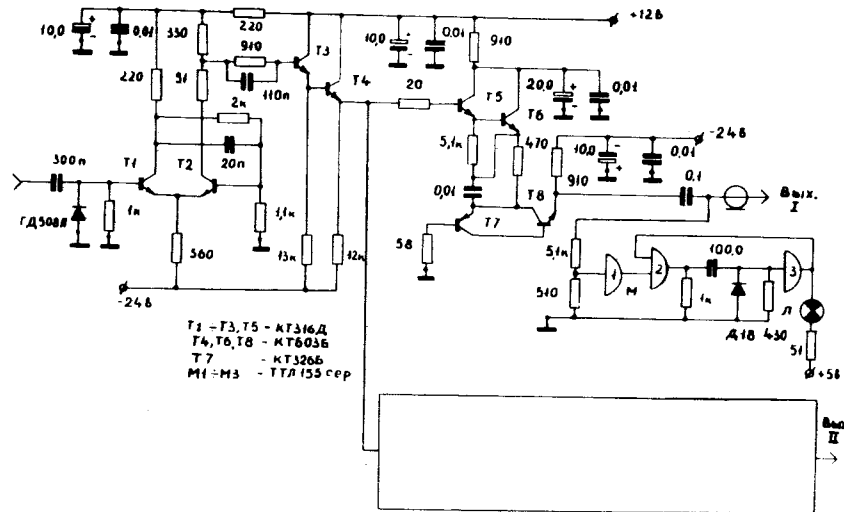


Рис. 5

программных переключателях типа ПП-10. Первоначальное занесение кода в счетчик производится с помощью кнопки "Уст.", последующие - схемой регенерации (M29 + 35). Выходной импульс формируется по длительности одновибратором (M24 + 26).

Входной ключ работает как от сигналов с уровнями NIM, так и от импульсов положительной полярности амплитудой более +3 В. На рис. 5 приведена схема выходного формирователя-размножителя.

Работа устройств, расположенных на больших расстояниях от запускающей аппаратуры и в непосредственной близости от источников больших импульсных помех, предъявляет соответствующие требования к формирователям.

Представленная схема обеспечивает импульсы амплитудой $+25 + 30$ В на нагрузке 50 Ом, с передним фронтом $\sim 10 + 15$ нс при длине кабеля до 50 м. Схема формирователя состоит из триггера Шмитта (T_1, T_2), эмиттерного (T_3, T_4) и токового ($T_5 + T_8$) повторителей. Последний собран по схеме Дарлингтона.

Основные характеристики блока:

Полярность входного сигнала - любая.

Входное сопротивление - 50 Ом.

Амплитуда входного сигнала - $\geq -0,6$ В,
 $\geq +3$ В.

Длительность входного сигнала - ≥ 100 нс.

Шаг дискретности Δt - 0,5 мкс; 1 мкс; 2 мкс.

Максимальная задержка - $(10^4 - 1) \Delta t$ мкс.

Постоянная схемная задержка - ~ 150 нс.

Максимальный временной джиттер - 100 нс; 200 нс (зависит от частоты генератора).

Температурная нестабильность - не хуже $10^{-5}/\text{с}^\circ$.

Число выходов - 2.

Амплитуда выходного сигнала - $+25 + +30$ В на нагрузке 50 Ом.

БЛОК ЗАДЕРЖЕК (ТИП 031)

Блок выполнен в совмещенном стандарте КАМАК - "Вишня" и занимает ячейку шириной 120 мм.

Блок может работать в трех режимах:

1. Управление работой блока осуществляется от ЭВМ.
2. Управление работой блока производится вручную с передней панели. Величина задержки задается с помощью программных переключателей типа ПП-10.
3. Работа в режиме каскадирования. Этот режим может совмещаться с первыми двумя.

Каскадирование - это не простое суммирование задержек отдельных блоков - оно равносильно увеличению разрядности счетчика задержки.

Величина задержки во всех режимах индицируется газоразрядными лампами, расположенными на передней панели. На рис. 6 представлены входная и выходная части блока.

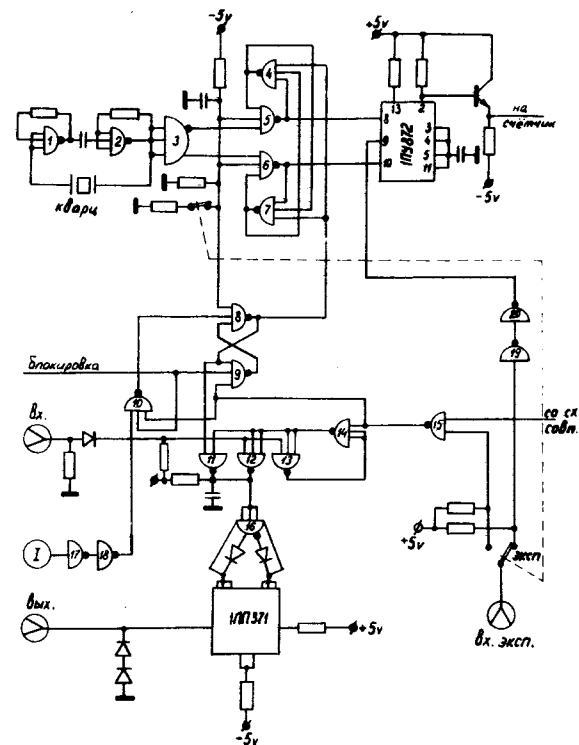


Рис. 6.

Частота генератора определяется кварцевым резонатором и может быть 10 или 20 МГц. Схема синхронизации (M3 + M7, 1ПУ872) осуществляет фазировку входного импульса и частоты генератора с максимальной величиной джиттера, не превышающего половины периода генератора. Входной сигнал запоминается на триггере

(М 8,9), блокируя вход на время выдержки и регенерации. При $T_{\text{зад.}} = 0$ входной сигнал не запоминается, а через формирователь (М 12,16, 1ДП371) поступает на выход блока.

При каскадировании генератор подключаемых блоков выключается, а на входы их счетчиков подаются сигналы с выхода схемы совпадения предыдущих блоков. Задержанный сигнал снимается с выхода первого блока (куда поступает входной). Перевод в режим каскадирования для подключаемых блоков осуществляется переключателем "Экс."

Счетчик (рис. 7) состоит из пяти декад, работающих на вычитание. Все триггеры счетчика работают синхронно, тем самым устраняется зависимость величины схемной задержки от времени выдержки. Использование диодной схемы совпадения, имеющей время задержки менее 2 нс, позволяет реализовать максимальную скорость счета 20 МГц.

Задаваемое время выдержки запоминается на одном из двух регистров. Первый построен на D-триггерах и управляется от ЭВМ, второй - на программных переключателях и управляется вручную.

Содержимое счетчика (величина выдержки) индицируется газоразрядными лампами типа ИИ-8. Схема индикации построена по принципу сканирования и состоит из одного дешифратора для всех пяти ламп, генератора (частота ~ 1 кГц) и схем выбора индицируемой декады.

Основные характеристики блока:

Входное сопротивление - 50 Ом.

Уровни входных и выходных сигналов - NIM.

Длительность входного сигнала - ≥ 15 нс.

Шаг дискретности Δt - 50 нс; 100 нс (определяется кварцем).

Постоянная схемная задержка при $T_{\text{зад.}} = 0$ - 20 нс,
при $T_{\text{зад.}} \neq 0$ - 30 нс.

Максимальный временной джиттер - 25 нс; 50 нс (определяется кварцем).

Температурная нестабильность - не хуже $10^{-5}/\text{C}^\circ$.

Длительность выходного сигнала - 200 нс.

Максимальная задержка - $(10^5 - 1) \Delta t$ мкс.

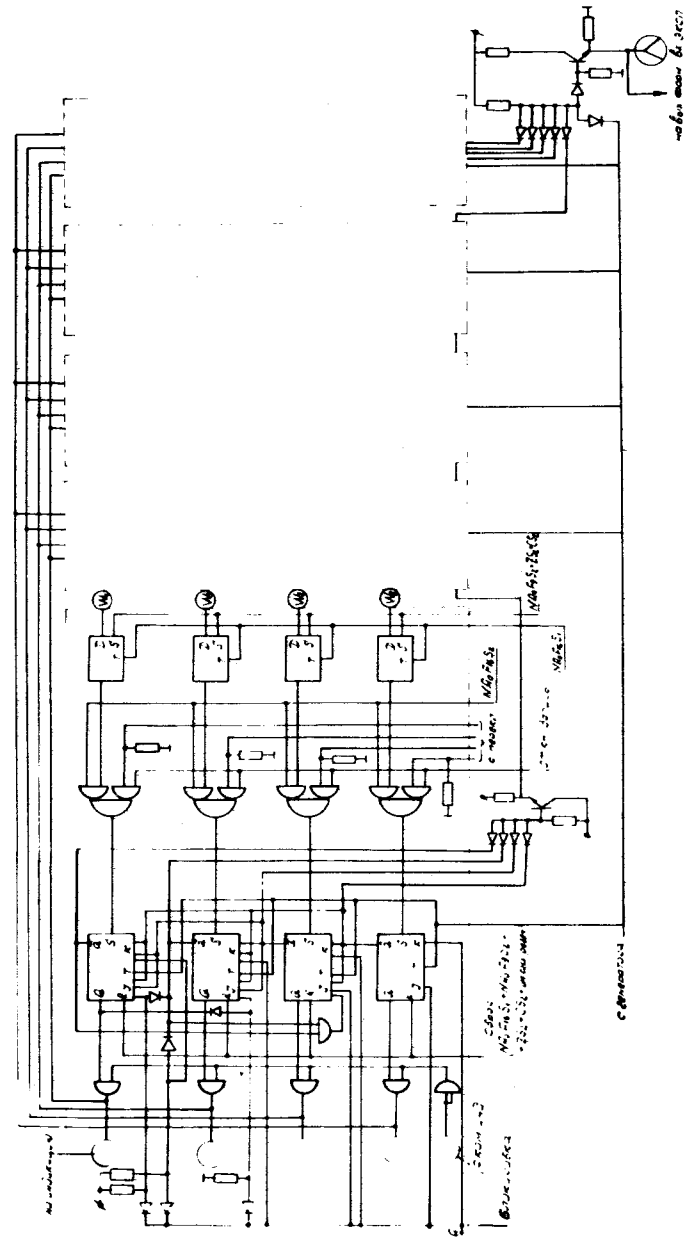


Рис. 7

"Мертвое" время после выдержки - 1 мкс.

Максимальное число каскадируемых блоков - 3.

Операции, выполняемые по командам КАМАК.

1. Чтение содержимого счетчика - $NA_0(A_1)F_0$ (возможно во всех режимах работы блока).

2. Задание величины выдержки - $NA_0(A_1)F_{16}$ (только при работе с ЭВМ).

Смена кода выдержки производится одной командой (не требуется предварительной очистки и специальных команд для переноса содержимого регистра в счетчик).

3. Определение режима работы блока производится командой NA_0F_{27} ($Q=1$ - работа от ЭВМ, $Q=0$ - работа вручную).

4. Сброс содержимого счетчика и регистра - NA_0F_9+Z+C .

5. Блокировка запуска блока производится сигналом I.

БЛОК ЗАДЕРЖЕК (ТИП 051)

Блок выполнен в стандарте КАМАК и занимает ячейку шириной 17,2 мм. Управление величиной выдержки в этом блоке производится только по командам КАМАК от ЭВМ.

В отличие от блока типа 031 здесь используется двоичный синхронный счетчик (рис. 8) и нет индикации. Входная и выходная часть данного блока полностью идентична схеме блока типа 031 (рис. 6). Каскадирование блоков осуществляется так же, как и для блоков типа 031.

Основные характеристики блока.

Входное сопротивление - 50 Ом.

Уровни входных и выходных сигналов - NIM.

Длительность входного сигнала - ≥ 15 нс.

Шаг дискретности Δt - 50 нс; 100 нс (определяется кварцем).

Постоянная схемная задержка при $T_{зад.} = 0-20$ нс,
при $T_{зад.} \neq 0-30$ нс.

Максимальный временной джиттер - 25 нс; 50 нс (определяется кварцем).

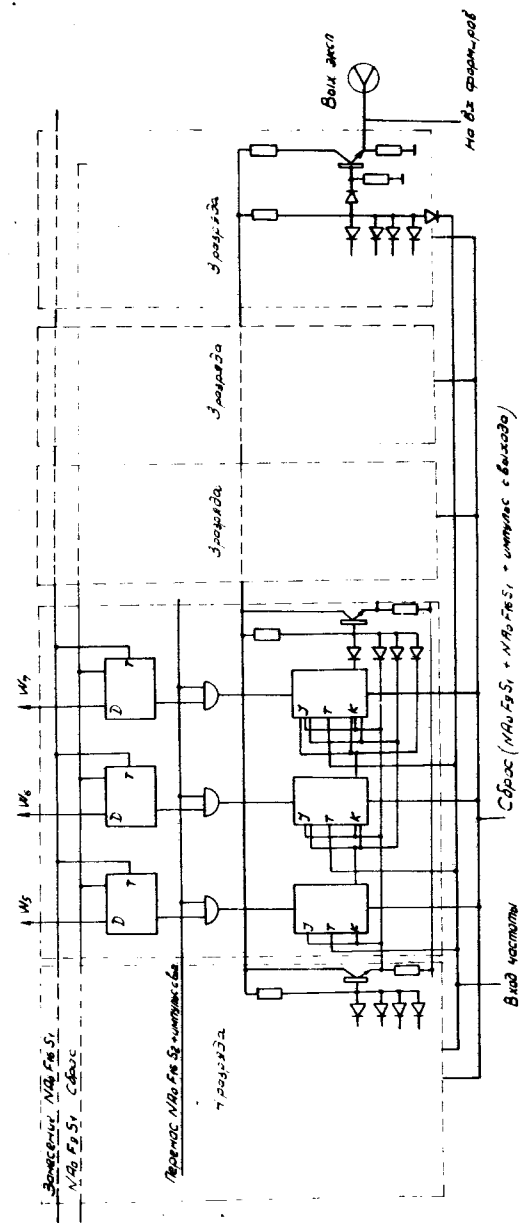


Рис. 8

Температурная нестабильность - не хуже $10^{-5}/C^{\circ}$

Длительность выходного сигнала - 200 нс.

"Мертвое" время после выдержки - 1 мкс.

Максимальная задержка - $(2^{16} - 1) \Delta t$ мкс.

Максимальное число каскадируемых блоков - 3.

Операции, выполняемые по командам КАМАК.

1. Задание величины выдержки - $NA_0 F_{16}$.

2. Чтение характеристик блока - $NA_{15} F_1$.

3. Сброс содержимого счетчика и регистра - $NA_0 F_9 + Z + C$.

4. Блокировка запуска блока производится сигналом I .

В заключение авторы считают своим долгом выразить благодарность И.М.Мельниченко, Н.Н.Шербакову, Л.В.Свердлиной, Н.С. Головой, В.И.Гурскому, Н.И.Кислицыной, Н.Ю.Шкобину за изготовление блоков.

Литература

1. EUR 4100, Revised Version 1972 . Luxemburg August 1972 .
2. З.П.Ватенина, И.Н.Волкова, Н.И.Чадович. "Методика и схемы временной задержки импульсных сигналов". Изд. "Сов. Радио". Москва, 1971.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 июля 1975 года.