

Л Я П

Б-272



объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

811 / 4-80

13 - 12833

С.Г.Басиладзе, Нгуен Тхи Ша

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ИМПУЛЬСОВ
С УПРАВЛЯЕМОЙ ЗАДЕРЖКОЙ
НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА

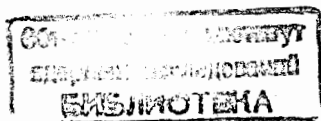
1979

13 - 12833

С.Г.Басиладзе, Нгуен Тхи Ша

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ИМПУЛЬСОВ
С УПРАВЛЯЕМОЙ ЗАДЕРЖКОЙ
НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА

Направлено в ПТЭ



Басиладзе С.Г., Нгуен Тхи Ша

13 - 12833

Формирователь импульсов с управляемой задержкой наносекундного диапазона

Описан двоянный формирователь импульсов с выделенной управляемой задержкой с шагом 1 нс в диапазоне до 63 нс. Элементы задержки выполнены на полосковых печатных линиях, а коммутирующие элементы - на высокочастотных транзисторах. Блок отличается малой "нулевой" задержкой - 6,5 нс, малым собственным "гулянием" - 2,5 нс, компактностью и не требует подстроек.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1979

Basiladze S.G., Nguyen Tkhi Sha

13 - 12833

Pulse Shaper with a Controlled Delay of Nanosecond Range

A double shaper of nanosecond pulses which contains a digitally controlled delay circuits is described. A range of delay variations is 63 ns, a step is 1 ns. A delay line is realized on printed strip lines, switch elements are ultrahigh frequency transistors. A control delay circuit have minimum proper delay time -6.5 ns, time slewing of shaper is 2.5 ns. It does not require tuning. In a single CAMAC module two identical shapers are placed.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

За десятилетие, прошедшее с момента появления первых разработок программно-управляемой наносекундной логики, создано несколько функционально полных систем наносекундных блоков с цифровым управлением^{1-4/} и накоплен определенный опыт их применения в эксперименте. Необходимо отметить, что наносекундные блоки с цифровым управлением не заменили полностью свои аналоги с ручным управлением. Это можно объяснить несколькими причинами:

1. Блоки с цифровым управлением значительно сложнее своих аналогов с ручным управлением, и, следовательно, стоимость их выше, они потребляют большую мощность, больше по габаритам и менее надежны.

2. Блоки с цифровым управлением уступают своим аналогам по некоторым важнейшим электрическим характеристикам. Например, формирователи импульсов имеют большую величину собственного "гуляния" и задержки* по сравнению с их транзисторными прототипами, а блоки задержки имеют в несколько раз большую величину начальной /нулевой/ задержки.

3. Блоки с цифровым управлением имеют, как правило, каналы управления всеми параметрами, что редко требуется в условиях конкретного эксперимента, но создает большую функциональную избыточность и приводит к неоправданному усложнению аппаратуры.

В эксперименте реально необходимо регулировать только те параметры блоков, которые подвержены дрейфу такой величины, что он способен понизить эффективность регистрации; либо те параметры, с помощью которых меняется структура установки /например, для измерения "эффекта" и "фона"/. Решение задачи существенного упрощения наносекундных логических блоков с цифровым управлением лежит, видимо, на пути перехода от управления всеми параметрами к управлению только наиболее часто изменяемыми или даже к управлению только теми параметрами, которые необходимы для какого-либо конкретного экспе-

*Что вызвано переходом на интегральные схемы.

римента. Масштабы /и время создания/ современных экспериментальных установок таковы, что становится выгодней осуществить специальную разработку, нежели терять на избыточности универсальной аппаратуры широкого применения. Разработка блока в настоящее время обходится примерно вчетверо дороже его стоимости, поэтому даже 20%-ная избыточность становится неоправданной при числе однотипных блоков в установке свыше 20. Вторым путем существенного упрощения программно-управляемых блоков является решение проблемы дублирующего ручного управления и индикации иначе, чем способом введения их индивидуально в каждый блок.

Применительно к формирователям наносекундных импульсов сказанное означает отказ от цифровой регулировки порога и длительности выходного импульса, а также исключение органов ручного управления и индикации состояния статусного регистра*. Хотя величина порога срабатывания и длительность выходного импульса весьма важны с точки зрения эффективности выделения совпадений⁵, величина их дрейфа в современных блоках пренебрежимо мала. Задание и поддержание эффективного порога регистрации значительно экономичнее осуществляются цифровым регулированием высоковольтного напряжения питания, т.к. в этом случае один канал аналого-цифрового преобразования может обслуживать большое количество ФЭУ. Программное же управление задержкой формирователя представляется совершенно необходимым, т.к. сокращает значительное количество времени по подбору задержек и позволяет контролировать эффективность регистрации в ходе эксперимента снятием кривых задержанных совпадений.

Схемы управляемой задержки до настоящего времени строили с использованием коммутирующих элементов в виде реле^{6,7} либо интегральных схем эмиттерно-связанной логики - ЭСЛ^{1,3,8,9}. Первое решение дает меньшую нулевую задержку, т.к. собственная задержка механического переключателя составляет $0,3 \div 0,4$ нс, однако такая схема неудобна из-за больших габаритов, менее надежна, дает наводки на аналоговые схемы по шине питания 24 В. Недостатком переключателей на интегральных схемах ЭСЛ является на порядок большая величина собственной задержки, что не позволяет даже при применении последовательно-параллельных коммутирующих структур^{3,9}** достичь нулевой задержки менее 15 нс. В опи-

* Эти функции может взять на себя некий централизованный блок ручного управления.

** Сокращающих число последовательно включенных ключей до двух, но усложняющих схему и дешифратор сигналов управления.

сываемой схеме для целей коммутации использованы сверхвысоко-частотные транзисторы с полосой пропускания ~ 3 ГГц, обеспечивающие задержку элемента коммутации $\sim 0,6$ нс, что даже при последовательной структуре /6 ступеней коммутации удваивающихся элементов задержки/ дает нулевую задержку, сравнимую по величине с задержкой в тумблерных блоках*. В качестве элемента задержки выбрана полосковая печатная линия /"зиг-заг" с шагом 1 мм/ с волновым сопротивлением 110 Ом, обеспечивающая достаточную полосу пропускания /добротность ~ 10 /, имеющая малые габариты /удельная задержка $\sim 0,35$ нс/см²/, не требующая дополнительного труда при монтаже блока и подстройки /относительный разброс задержки менее 1%/.

В блоке КАМАК единичной ширины содержится две идентичные схемы с общим каналом управления. На рис. 1 приведена блок-схема одного формирователя и канала управления. Органов ручного управления и индикации состояния блок не содержит. Центральной частью схемы является узел управляемой задержки. Она имеет собственные вход и выход /уровни NIM, длительность выходного сигнала равна длительности входного/. Для работы с ФЭУ имеется вход формирования импульсов с регулируемым порогом /потенциометр на передней панели/. Выходные импульсы

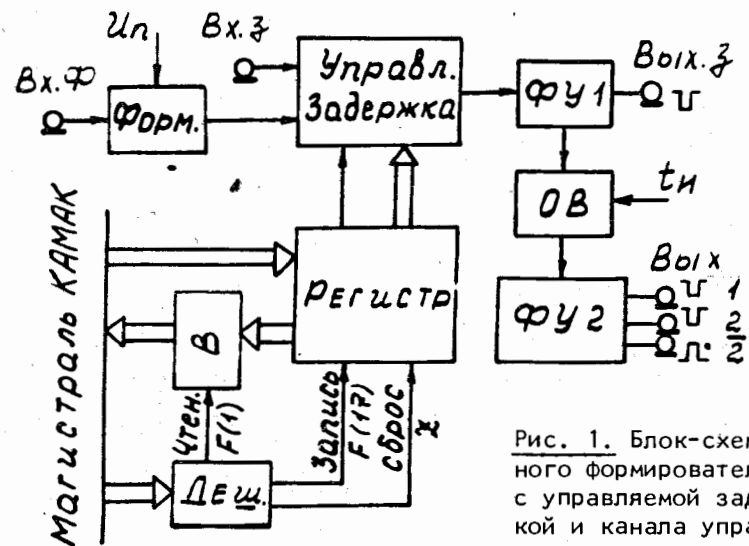


Рис. 1. Блок-схема одного формирователя с управляемой задержкой и канала управления.

* Особенно с учетом соединительных кабелей в стойке, добавляющих $2 \div 3$ нс.

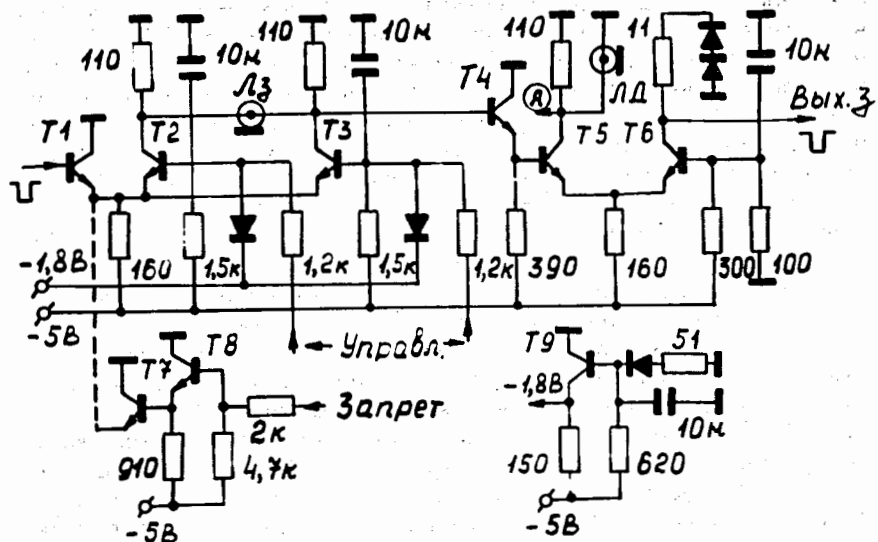


Рис. 2. Принципиальная схема ячейки задержки и ее выходного формирователя; транзисторы - T1÷T6 - КТ370; T7÷T9 - КТ315; диоды - КД513.

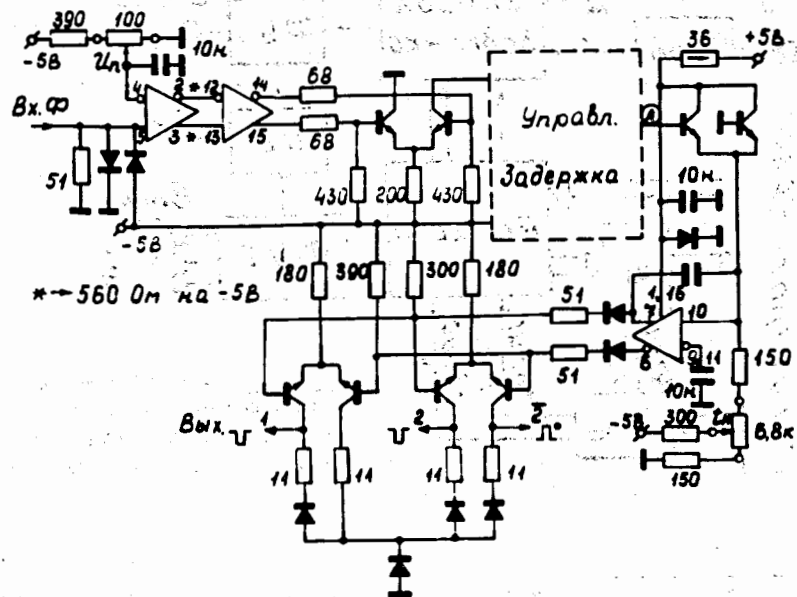


Рис. 3. Принципиальная схема формирователя; интегральная схема - К500ЛП116, транзисторы - КТ370, диоды - КД513.

могут стандартизоваться по длительности /одновибратор - 0В/ и сниматься со второго формирователя выходных уровней.

На рис. 2 приведена принципиальная схема одной ячейки узла задержки /T1÷T3/ со входом управления /уровни ТТЛ/, каналом запрета выходного импульса /T7, T8/ и первым формирователем выходных уровней /T4÷T6/. С коллектора T5 снимается дифференцированный импульс для запуска одновибратора. Остальная часть схемы формирователя показана на рис. 3. Узлы этой части схемы близки описанным в работах [10, 11]. Использовано смещение питания интегральной схемы, на которой реализованы предусилитель и одновибратор, на +0,8 В для обеспечения нулевого уровня входного потенциала. Собственное "гуляние" формирователя значительно снижено за счет использования схемы К500ЛП116.

ВАЖНЕЙШИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛОКА

Вход формирователя:

Порог срабатывания	
а/ номинальный	- 20 мВ
б/ диапазон регулирования	- 5÷1000 мВ
Рабочий диапазон амплитуд импульсов	- до 5,5 В
Собственное "гуляние"	- 2,5 нс
Нестабильность порога	- менее 2 мВ

Вход задержки

Уровни	- NIM
Длительность	- любая, свыше 2 нс

Выход задержки

Фронты выходных импульсов	- менее 1,2 нс
Нулевая задержка	- 6,5 нс
Шаг приращения задержки	- 1 нс
Максимальное приращение задержки	- 63 нс
Температурный коэффициент задержки	- менее 0,06%/°C

Выход формирователя

Фронты выходных импульсов	- менее 1,8 нс
Нулевая задержка	- 14 нс
Длительность выходных импульсов	
а/ номинальная	- 4,5÷80 нс
б/ максимальная	- до 1 мс
Температурный коэффициент длительности выходных импульсов	- менее 0,15%/°C

Функции КАМАК

Шины двоичного кода задержки	
а/ 1-ый формирователь	- R1÷R6, W1÷W6
б/ 2-ой формирователь	- R9÷R14, W9÷W14

Бит запрета		
а/ 1-ый формирователь	-R8,	W8
б/ 2-ой формирователь	-R16,	W16
Команда чтения регистра состояний	- F(1)	
Команда записи в регистр состояний	- F(17)	
Ответ на ΣNAF	- X	
Начальный сброс	- Z	

При сбросе регистр устанавливается в нулевое состояние, соответствующее минимальной задержке и подаче сигнала "запрет" на прохождение импульсов через блок. При включении питания регистр устанавливается в единичное состояние, соответствующее максимальной задержке и подаче сигнала "разрешение".

Токи, потребляемые блоком	-6 В	-1 А,
от источников питания	+6 В	-0,8 А.

В заключение авторы выражают благодарность Л.Лохоняи за полезные обсуждения и В.И.Какуриной, В.И.Максименковой за техническую помощь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Basiladze S.G. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1975, vol. 130, No.2, p.301.
2. SED CAMAC Catalogue, Geneve, 1976.
3. Бондарь Н.Ф., Волков С.С., Уваров Л.Н. Препринт ЛИЯФ №389, Л., 1978.
4. Бушнин Ю.Б. и др. Труды II Всесоюзного совещания по автоматизации научных исследований в ядерной физике. Изд-во ИФВЭ, Алма-Ата, октябрь 1978, с.212.
5. Басиладзе С.Г. ПТЭ, 1977, №5, с.83.
6. Габриэль Ф. и др. ОИЯИ, P13-8913, Дубна, 1975.
7. Беспалова Т.В. и др. ОИЯИ, 9-9041, Дубна, 1975.
8. Борейко В.Ф. и др. ОИЯИ, P13-12334, Дубна, 1979.
9. Гребенюк В.М., Петров А.Г., Синаев А.Н. ОИЯИ, 10-9085, Дубна, 1975.
10. Басиладзе С.Г. ПТЭ, 1976, №6, с.7.
11. Басиладзе С.Г., Юдин В.К. ПТЭ, 1977, №5, с.113.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 октября 1979 года.