

УДК 621.3.049.77

**Разработка блока формирователя тестового приемопередающего
устройства мультиплексного канала передачи данных
по ГОСТ Р 52070-2003**

*Кичигин А.А., студент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Автономные информационные и управляющие системы»*

*Научный руководитель: Глазков В.В., к.т.н., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauman@bmstu.ru*

В данной работе рассматривается разработка схмотехнического решения блока формирователя тестового приемопередающего устройства (ТППУ) мультиплексного канала передачи данных (МКПД) по ГОСТ Р 52070-2003 [1] с регулируемыми параметрами выходного сигнала, предназначенного для применения в тестовой аппаратуре, отвечающей требованиям ГОСТ Р 51765-2001 [2] в части характеристик и параметров тестера.

МКПД является стандартом для соединения блоков, в самолетах как гражданского так военного применения, а также ракетах, где высоки требования к надежности системы, поэтому для их проверки необходимо использовать специализированные тестирующие устройства. Основная проблематика таких устройств заключается в создании больших диапазонов независимого регулирования длительности фронтов и размаха выходного напряжения в одном устройстве, а также требуемая большая мощность выходного сигнала. Поэтому было принято решение о создании подобного ТППУ.

В качестве кода передачи используется биполярный фазоманипулированный код. Основные электрические параметры выходного сигнала приведены на рис. 1.

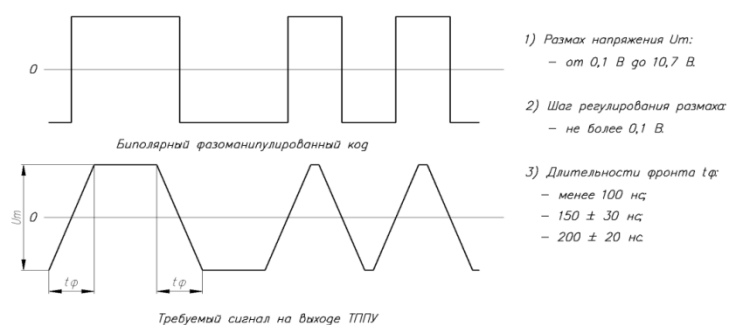


Рис. 1. Основные электрические параметры выходного сигнала ТППУ по ГОСТ Р 51765-2001

По результатам исследований было принято решение о необходимости блочной структуры ТППУ, что обеспечивает высокую интеграцию устройства и уменьшает взаимовлияние отдельных блоков. Структурная схема ТППУ приведена на рис. 2 и состоит из нескольких узлов.

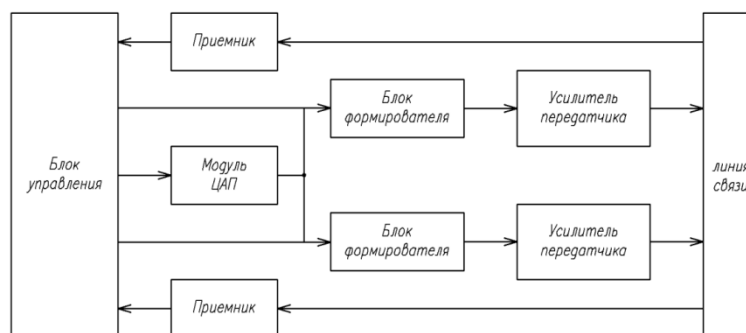


Рис. 2. Структурная схема ТППУ

Сам биполярный фазоманипулированный код создается с помощью блока управления. Также он посредством модуля ЦАП задает параметры сигнала. Основной элемент – блок формирователя, который должен регулировать размах и длительность фронта. Далее следует усилитель передатчика, который обеспечивает необходимое усиление мощности выходного сигнала. Данные с линии связи поступают на приемник и обрабатываются в блоке управления.

Рассмотрим структуру блока формирователя. Так как регулироваться параметры должны независимо, то условно разобьем структуру блока формирователя на формирователь фронта и формирователь уровня (рис. 3).

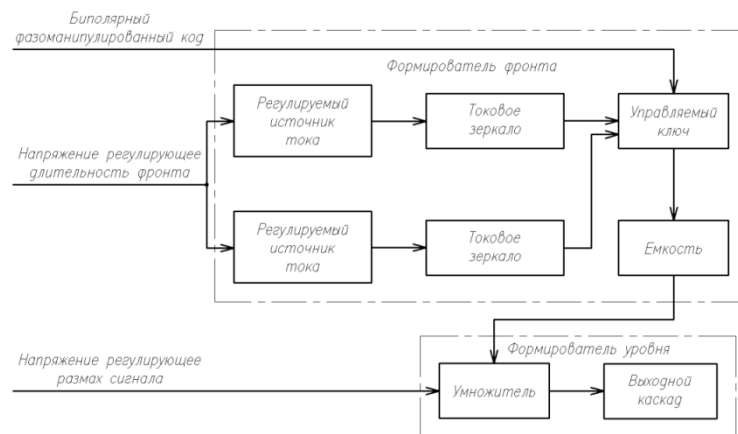


Рис. 3. Структурная схема блока формирователя

Принцип формирователя фронта основан на заряде емкости постоянным током от регулируемого источника [4]. Для независимости данного источника от емкостной нагрузки необходимо использовать так называемое токовое зеркало [3]. Для формирования требуемых циклов заряда и разряда емкости используются управляемый ключ, на который приходит исходный биполярный фазоманипулированный код. Далее сигнал поступает на формирователь уровня, состоящий из умножителя и выходного каскада.

Была составлена схема электрическая принципиальная формирователя фронта (рис. 4).

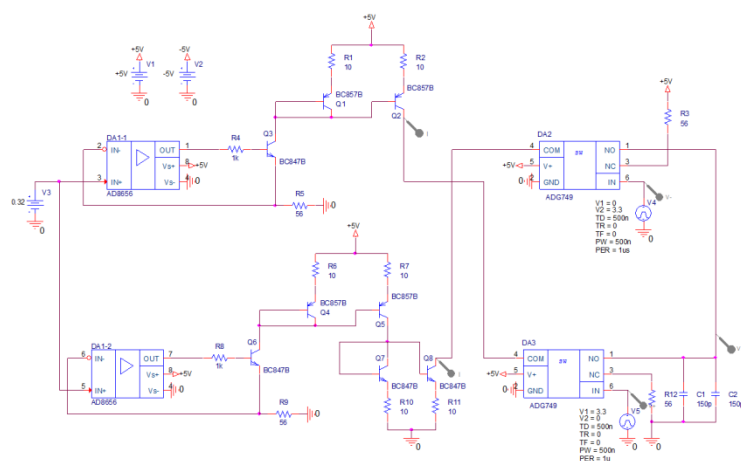


Рис. 4. Схема формирователя фронта

В качестве регулируемого источника тока используется операционный усилитель AD8656 и биполярного транзистора BC847B, включенному в обратную связь. Токовое зеркало основано двух транзисторах BC857B. Для обеспечения идентичности параметров

как каналов разряда и заряда емкости, так и транзисторов в составе токовых зеркал, используются транзисторные сборки: Q1-Q2, Q3-Q6, Q4-Q5, Q7-Q8. Управляемый ключ представлен микросхемой ADG749, на управляющий вход которого подается фазоманипулированный код.

Моделирование формирователя фронта осуществляется по схеме, приведенной на рис. 4. Управляющим входным напряжением, регулирующим длительность фронта, служит источник постоянного напряжения V3. В качестве биполярного фазоманипулированного кода поступающего на входы IN ключей DA2 и DA3 используются генераторы прямоугольного напряжения V4 и V5 с периодом повторения 1 мкс и скважностью 2. Выходное напряжение формирователя фронта снимается с конденсаторов C1, C2. Результаты приведены на рис 5. На изображении имеется три графика, которые соответствуют длительностям фронта менее 100 нс, 150 нс и 200 нс соответственно.

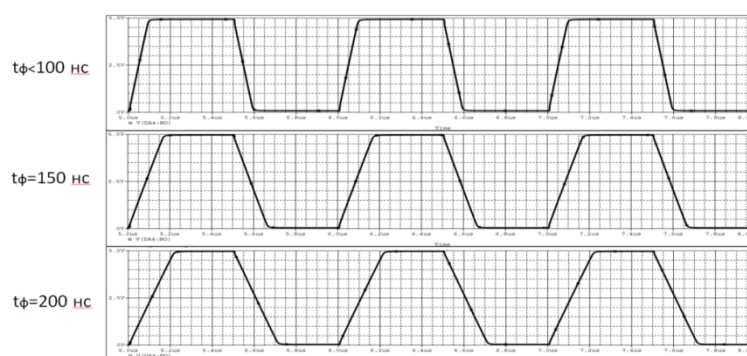


Рис. 5. Результаты моделирования в программе OrCAD Pspice. Выходное напряжение формирователя фронта при различных длительностях фронта согласно ГОСТ Р 51765-2001

Как видно по рис. 5, полученные длительности фронта составляют 95 нс, 155 нс и 215 нс соответственно, что укладывается в допуск 20 нс согласно ГОСТ Р 51765-2001, следовательно выполняются требования по регулированию длительности фронта. Таким образом, данная схема обеспечивает высокий диапазон изменения длительностей фронтов с малым шагом регулирования.

Также была составлена схема электрическая принципиальная формирователя уровня (рис. 6).

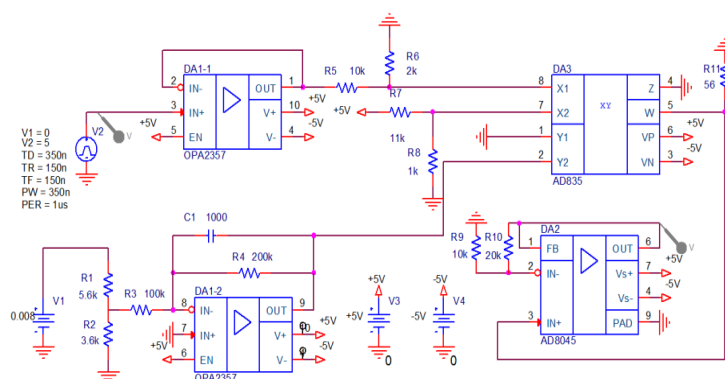


Рис. 6. Схема формирователя уровня

На емкости формируется сигнал с регулируемыми длительностями фронта. Однако размах данного сигнала составляет от уровня земли до напряжения питания. Для последующей обработки необходим повторитель, который может работать с таким диапазоном входных сигналов. Для этой цели нужен операционный усилитель, так называемый rail-to-rail по входу и выходу. В данном случае используется операционный усилитель OPA2357. В качестве умножителя используется микросхема AD835. На его первый вход X1-X2 подается регулируемый сигнал, а на второй Y1-Y2 управляющее напряжение. Выходным каскадом служит высокоскоростной операционный усилитель AD8045.

Моделирование формирователя уровня осуществляется по схеме, приведенной на рис 6. Управляющих входным напряжением, регулирующей размах выходного сигнала, служит источник постоянного напряжения V1. Сигнал с формирователя фронта имитирует источник сигнала V2 с длительностью фронта 350 нс, периодом 1 мкс и скважностью 2. Выходное напряжение формирователя уровня снимается с выхода операционного усилителя D2. Результаты приведены на рис 7. На изображении имеется три графика, которые соответствуют минимальному уровню напряжения, шагу регулирования и максимальному соответственно.

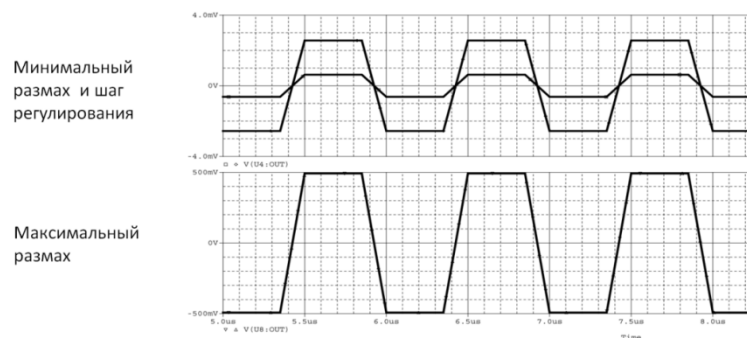


Рис. 7. Результаты моделирования в программе OrCAD Pspice. Выходное напряжение формирователя уровня при различных размахах согласно ГОСТ Р 51765-2001

Как видно по рис. 7 минимальный размах составляет 4 мВ, шаг регулирования – 4 мВ, максимальный размах – 1 В. Максимальный размах не удовлетворяет требованиям, поэтому необходимо последующее усиление в 10,7 раза, тогда минимальный размах составит 43 мВ, а шаг регулирования – 43 мВ, что удовлетворяет ГОСТ Р 51765-2001, следовательно выполняются требования по регулированию размаха выходного сигнала и обеспечивается высокий диапазон изменения размахов выходного сигнала с малым шагом регулирования.

Таким образом, можно сказать о работоспособности схемы блока формирователя и целесообразности изготовлении макета и исследования его реальных характеристик. Фотография макета приведена на рис. 8.



Рис. 8. Макет ТППУ

Как видно, макет ТППУ имеет блочную структуру. Для испытаний блока формирователя необходимо подключить блок управления и модуль ЦАП. Требуемая длительность фронта и размах выходного напряжения задается с помощью команд блока

управления. Напряжение снимается с помощью осциллографа Tektronix TDS 2024C с выхода блока формирователя. Результаты приведены на рис. 9 и рис. 10. На рис. 9 имеется три осциллограммы, которые соответствуют длительностям фронта менее 100 нс, 150 нс и 200 нс соответственно. На рис. 10 имеется минимальный, максимальный размах и шаг регулирования. На каждом рисунке справа приведены результаты моделирования для сравнения.

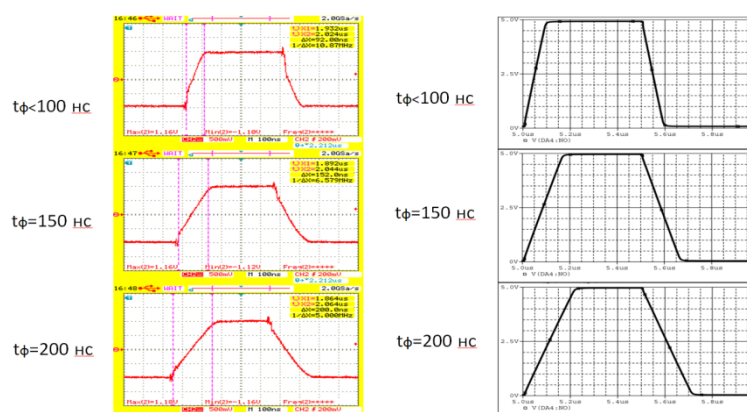


Рис. 9. Результаты испытания на макете. Выходное напряжение блока формирователя при различных длительностях фронта согласно ГОСТ Р 51765-2001

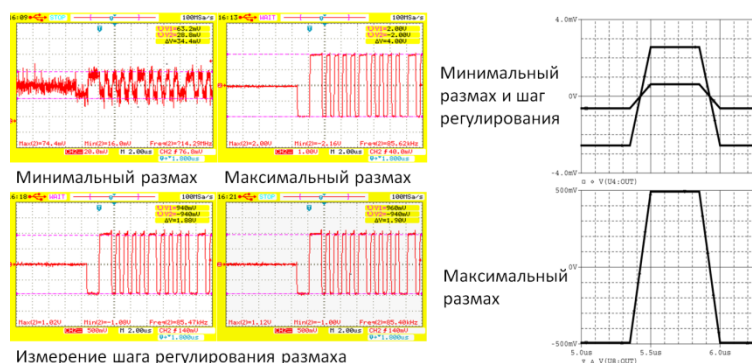


Рис. 10. Результаты испытания на макете. Выходное напряжение блока формирователя при различных размахах согласно ГОСТ Р 51765-2001

Полученные длительности фронта составляют 92 нс, 152 нс и 200 нс соответственно, что подтверждает результаты моделирования и укладывается в допуск 20 нс согласно ГОСТ Р 51765-2001. Минимальный размах выходного напряжения составляет 34,4 мВ, шаг регулирования – 20 мВ, максимальный размах – 4 В. Максимальный размах также не удовлетворяет требованиям, поэтому необходимо последующее усиление в 2,7 раза, тогда минимальный размах составит 93 мВ, а шаг

регулирования – 54 мВ, что удовлетворяет ГОСТ Р 51765-2001, следовательно выполняются требования по регулированию размаха выходного сигнала

Таким образом, предложенная структура тестового устройства обеспечивает независимую регулировку длительности фронта и размаха в широком диапазоне согласно ГОСТ Р 51765-2001 и может использоваться как составная часть ТППУ МКПД с регулируемыми параметрами выходного сигнала, предназначенного для применения в тестовой аппаратуре.

Список литературы

1. ГОСТ Р 51765-2001. Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей. Тестирование опытных образцов интерфейсного модуля в режиме оконечного устройства. Общие требования к методам контроля. М.: Изд-во стандартов, 2001. 38 с.
2. ГОСТ Р 52070-2003. Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей. Общие требования. М.: Изд-во стандартов, 2003. 27 с.
3. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. В 2 т. Т. 1. М.: ДМК Пресс, 2008. 832 с.
4. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. В 2 т. Т. 2. М.: ДМК Пресс, 2007. 942 с.