

УДК 621.317

Разработка устройства для измерения времени задержки распространения при выключении и включении сдвоенного приемопередатчика манчестерского кода

Борисов Егор Олегович

borisoveo@student.bmstu.ru

SPIN-код: 4246-4131

Гришин Григорий Константинович

grishin_gr@mail.ru

Белинский Дмитрий Николаевич

elinskiydn@student.bmstu.ru

Андреев Дмитрий Владимирович

dmitrii_andreev@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Рассмотрена задача разработки устройства для измерения времени задержки распространения при выключении и включении сдвоенного приемопередатчика манчестерского кода. Представлена последовательность моделирования измерительного прибора, а также изложена процедура проведения измерений. Устройство основано на анализе сигналов, передаваемых по манчестерскому коду, что позволяет достичь высокой точности. Описаны используемые технологии и методы, включая аппаратные и программные компоненты, а также алгоритмы обработки данных. Приведены результаты экспериментальных измерений, которые подтверждают эффективность предложенного решения.

Ключевые слова: схема, время задержки, измерение, манчестерский код, ГОСТ

Введение. В работе разработано устройство для измерения времени задержки распространения при выключении и включении сдвоенного приемопередатчика манчестерского кода.

Микросхема является сдвоенным приемопередатчиком манчестерского кода с установкой выходов приемника в состояние низкого уровня при запрете приема, предназначена для применения в устройствах автоматики и вычислительной техники в гальванически развязанных линиях передачи информации [1].

Сдвоенный приемопередатчик манчестерского кода — это устройство, которое используется в коммуникационной системе для передачи и приема данных по схеме манчестерского кодирования.

Манчестерский код представляет собой метод кодирования данных, где каждый бит информации задается последовательностью сигналов на различных уровнях в течение определенного времени. Существует несколько вариантов манчестерского кода, но в данном случае рассматриваем его сдвоенный вариант. Сдвоенный манчестерский код включает два перехода сигнала в каждом цикле передачи данных. В традиционном манчестерском коде каждый бит соответствует одному переходу сигнала, тогда как в сдвоенном варианте каждый бит обозначается двумя переходами. Это улучшает устойчивость к ошибкам, поскольку даже если один переход был определен неверно,

наличие второго позволяет корректно интерпретировать бит. Сдвоенный приемопередатчик манчестерского кода состоит из двух ключевых компонентов: передатчика и приемника [2].

Передатчик преобразует входные данные в последовательность сигналов с разных уровней согласно правилам сдвоенного манчестерского кода. Приемник, в свою очередь, считывает сигналы и декодирует их обратно в исходную последовательность данных. Передатчик сдвоенного приемопередатчика манчестерского кода состоит из:

- кодировщика: преобразует входные данные в сигналы согласно сдвоенному манчестерскому коду. Кодировщик определяет, какие сигналы будут обозначать логический ноль, а какие — логическую единицу. Он также управляет переходами между уровнями сигнала в зависимости от значений входных данных;

- усилителя: усиливает сигнал, затем передает его на канал связи для дальнейшей передачи.

Приемник сдвоенного приемопередатчика манчестерского кода состоит из следующих элементов:

- демодулятора: преобразует сигналы из канала связи обратно в последовательность сигналов с разных уровней. Демодулятор определяет переходы сигнала и интерпретирует их как логические нули и единицы;

- декодера: преобразует последовательность сигналов с разных уровней в исходные данные. Декодер сопоставляет комбинации сигналов с определенными значениями битов и восстанавливает исходную последовательность данных [3].

Устройство для измерения времени задержки распространения при выключении и включении потребления сдвоенного приемопередатчика манчестерского кода. На рис. 1 для измерения времени задержки распространения при выключении и включении сдвоенного приемопередатчика манчестерского кода представлена схема установки, на которой следует проводить измерения. Также была разработана печатная плата (рис. 2, 3).

При трассировке печатной платы для сдвоенного приемопередатчика, работающего на основе манчестерского кода, необходимо учитывать следующие особенности:

- правильная организация маршрутов и использование экранирования помогут снизить перекрестные помехи между соседними сигналами;

- манчестерский код более подвержен влиянию шумов, поэтому необходимо минимизировать длину проводников и избегать пересечений сигнала с источниками помех;

- керамические конденсаторы необходимо располагать непосредственно возле корпуса микросхемы для оптимизации работы системы.

- следует учитывать равенство длины трасс для передачи и приема, чтобы минимизировать задержки.

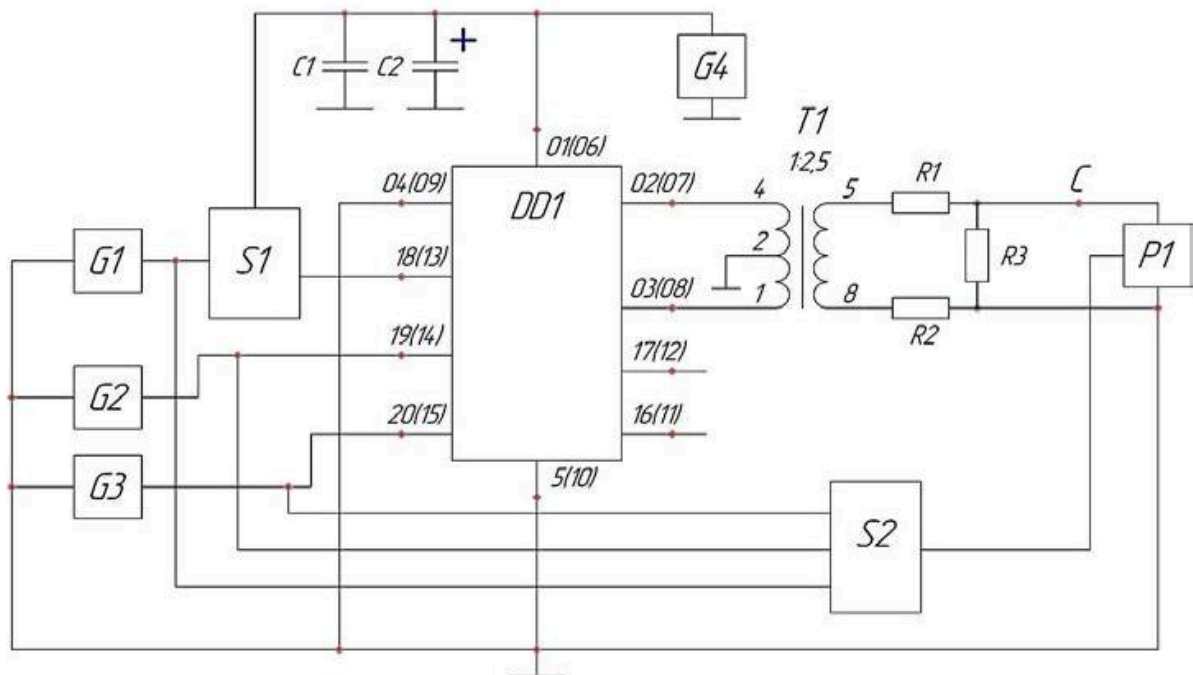


Рис. 1. Электрическая схема оценочной платы:

DD1 — микросхема двояного приемопередатчика манчестерского кода; G1–G3 — генератор импульсный, Г5-75; G4 — источник напряжения, Б5-71/2; P1 — осциллограф, С1-114; S1, S2 — коммутирующие устройства; C1 — конденсатор $0,1 \text{ мкФ} \pm 20 \%$; C2 — конденсатор $47 \text{ мкФ} \pm 20 \%$; R1, R2 — резисторы $55 \text{ Ом} \pm 0,1 \%$ (1,5 Вт); R3 — резистор $35 \text{ Ом} \pm 0,1 \%$ (1,5 Вт); Т — импульсный трансформатор ТИЛ6В; С — точка измерения параметров передатчика

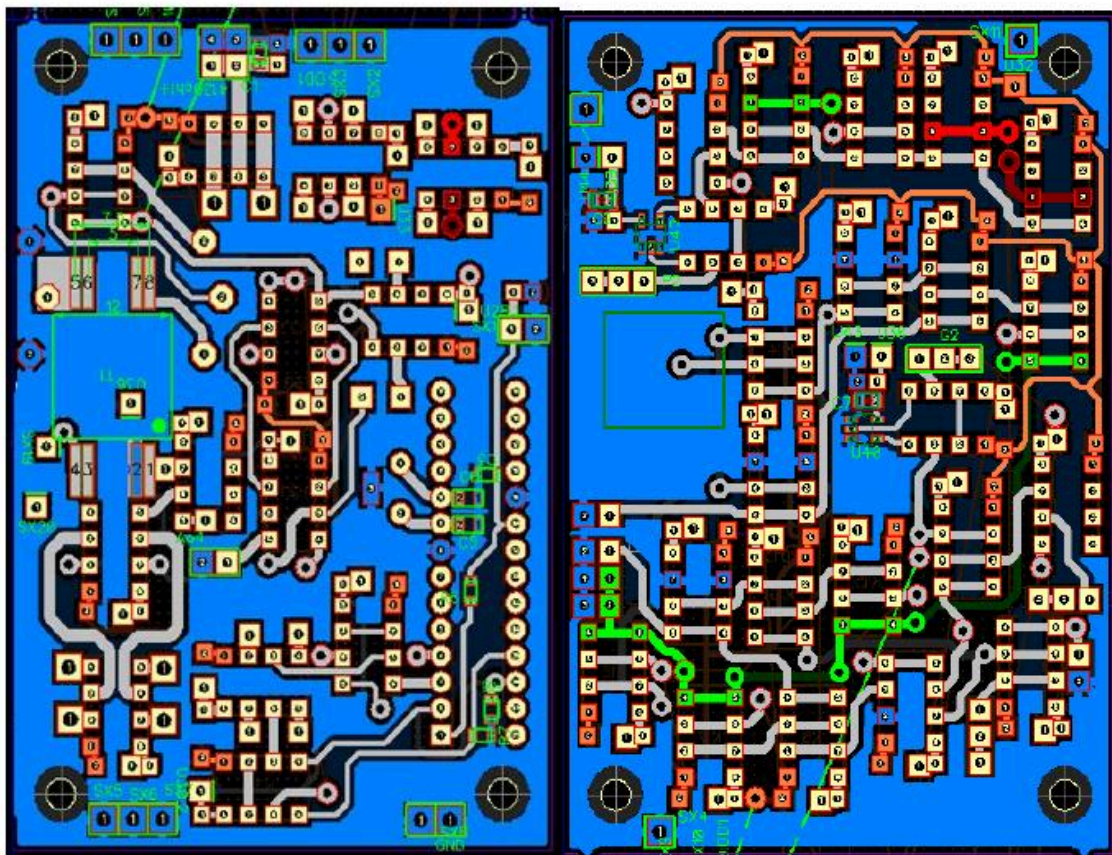


Рис. 2. Верхняя сторона платы

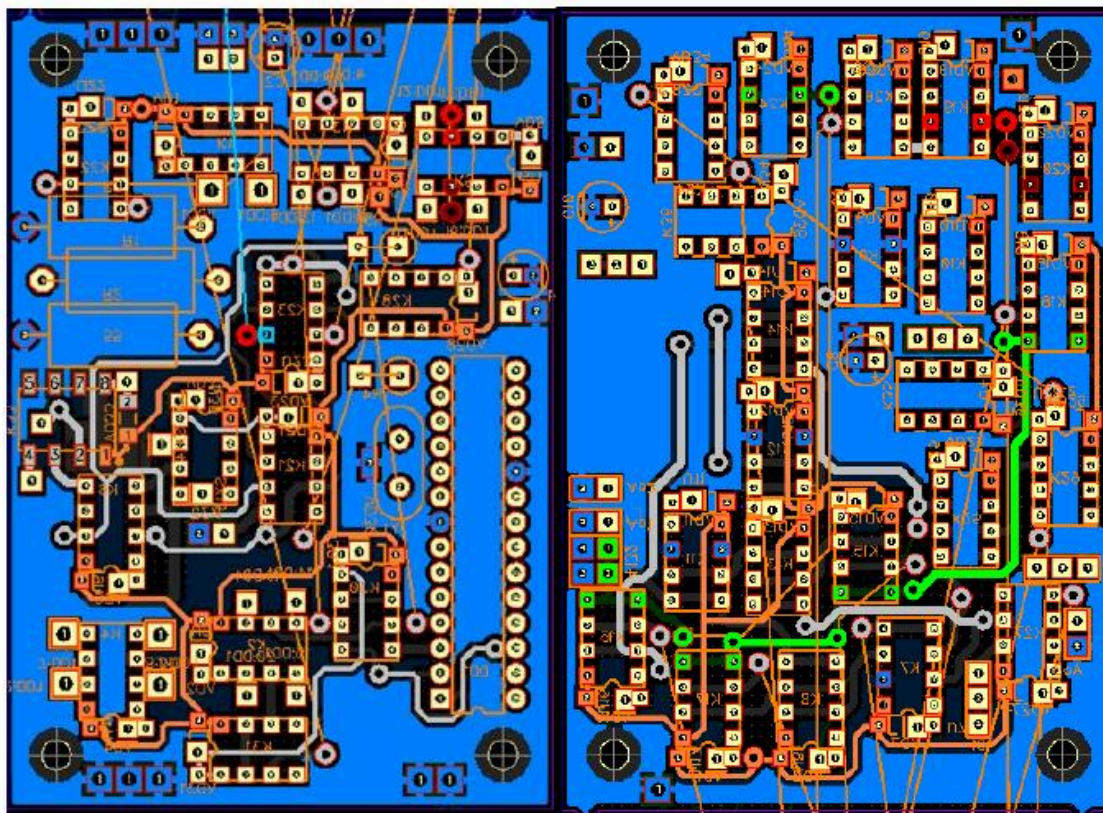


Рис. 3. Нижняя сторона платы

Проведение измерений. Измерение времени задержки распространения при выключении и включении сдвоенного приемопередатчика манчестерского кода проводят согласно ГОСТ 18683.2, метод 2. Настоящий стандарт распространяется на цифровые интегральные микросхемы и устанавливает методы измерения динамических электрических параметров микросхем. Подают на микросхему напряжения питания от источника G4, входные импульсные напряжения от источников G1–G3, значения которых равны 4,5 В. Интервал времени между входным и выходным импульсами измеряют в соответствии с рис. 4.

Результаты измерений. На рис. 5 проиллюстрирован процесс настройки измерений с использованием оборудования компании National Instruments и программы LabVIEW. В рамках этого процесса осуществляется инициализация всех измерительных устройств и источников питания, а также выполняются математические расчеты для обеспечения точности получаемых результатов, включая управление включением и выключением питающих реле.

Результаты, представленные на рис. 6, демонстрируют измерения времени задержки распространения при активации и деактивации микросхемы с постоянным уровнем сигнала 4,5 В на входе приемопередатчика. Генератор и осциллограф были откалиброваны для достижения высокой точности отображения результатов [4].

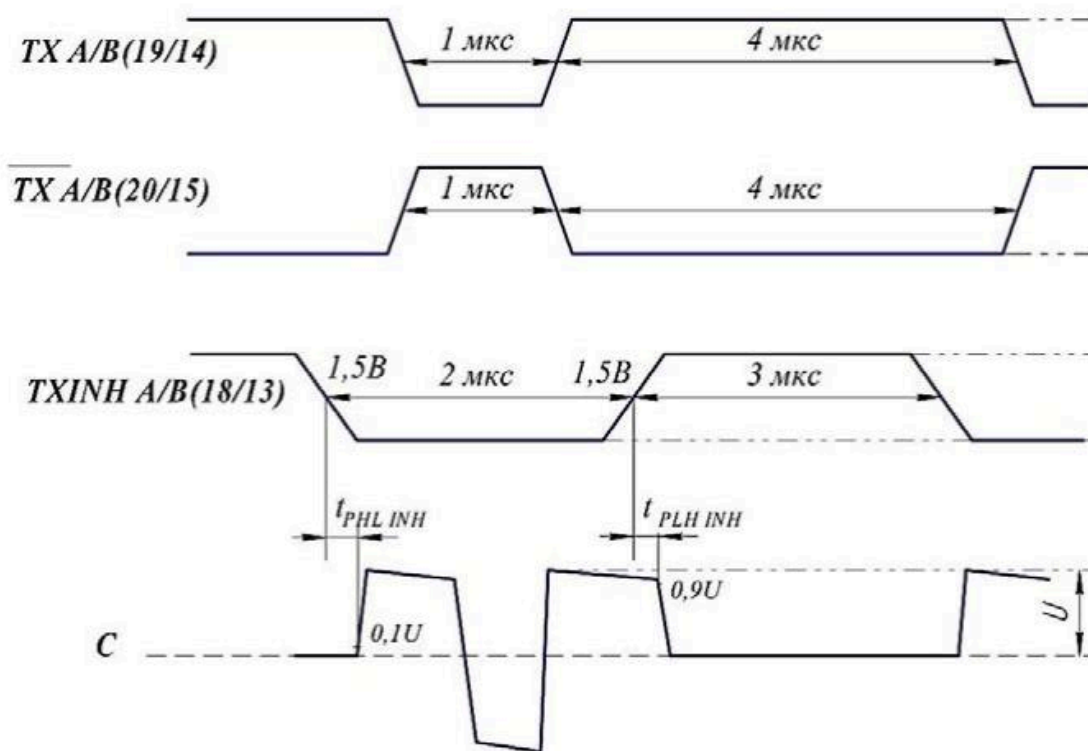


Рис. 4. Временная диаграмма сигналов при измерении времени задержки распространения при выключении и включении микросхемы

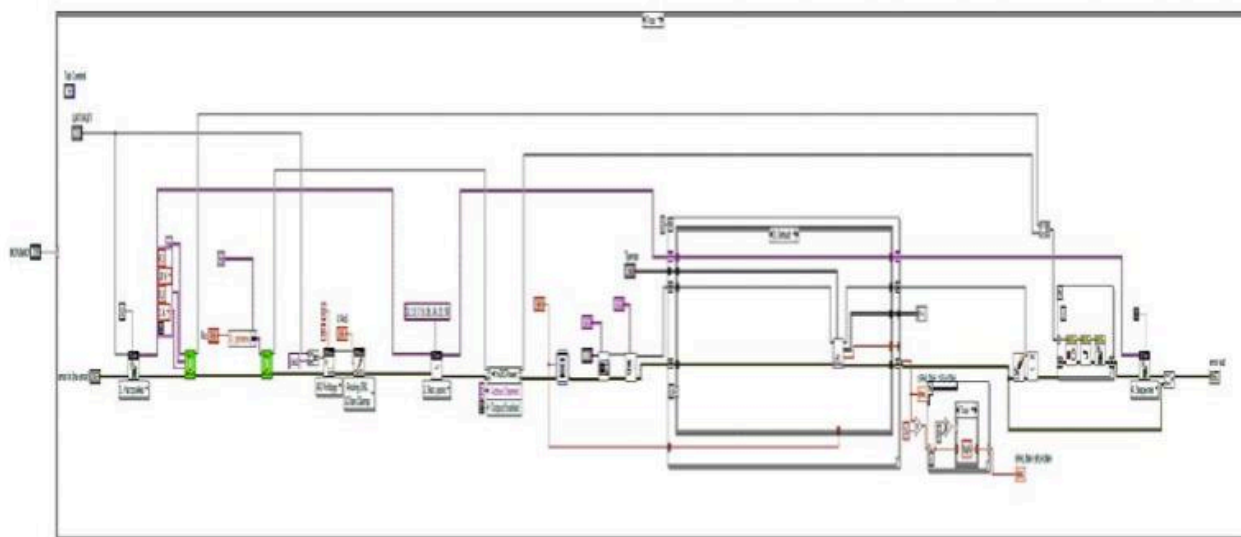


Рис. 5. Алгоритм для измерения времени задержки распространения при выключении и включении

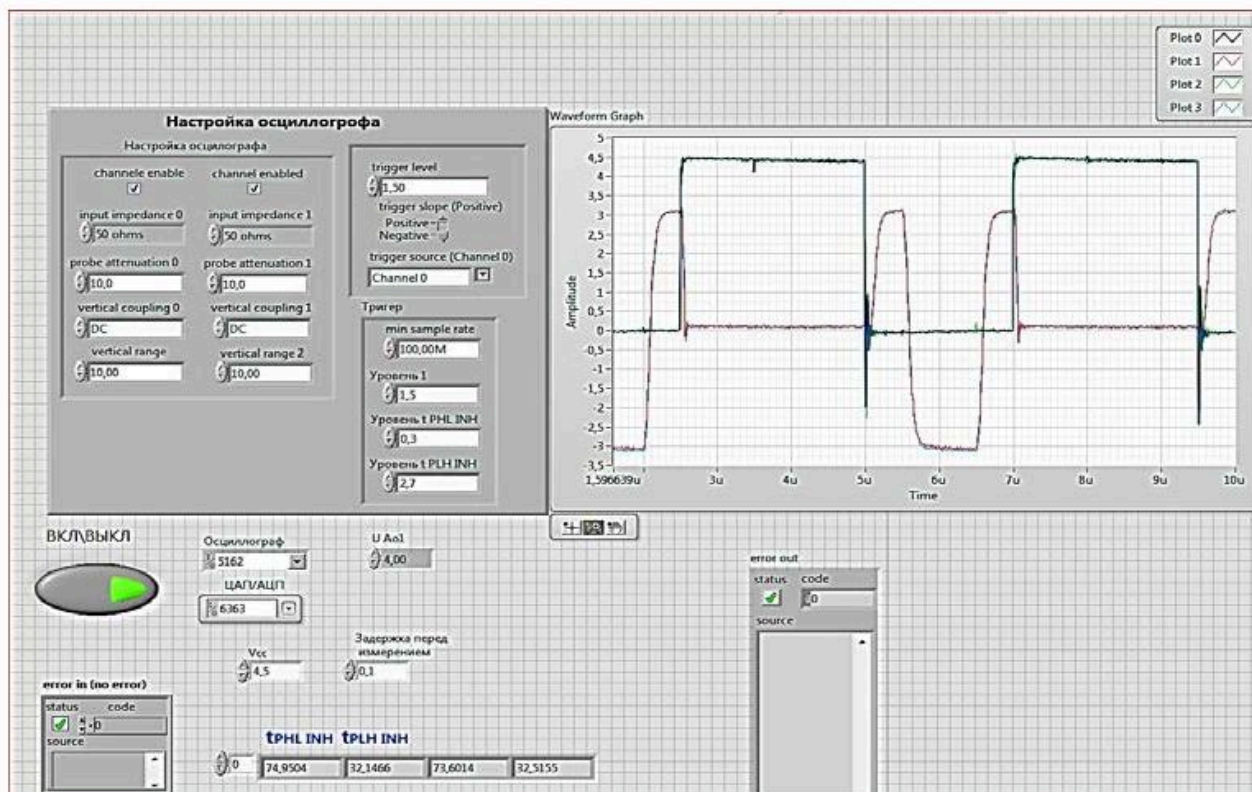


Рис. 6. Временная диаграмма сигналов при измерении времени задержки распространения при выключении и включении

Закключение. В ходе исследования разработано электронное устройство для измерения времени задержки распространения при выключении и включении микросхемы. Были проведены измерения показаний с использованием данного устройства на тестируемом образце.

Литература

- [1] Andreev D.V., Maslovsky V.M., Andreev V.V., Stolyarov A.A. Modi-fied Ramped Current Stress Technique for Monitoring Thin Dielectrics Reliability and Charge Degradation. *Phys. Status Solidi A*, 2022, vol. 219, is. 9, art. no. 2100400(1–5). <https://doi.org/10.1002/pssa.202100400>
- [2] Bondarenko G.G., Andreev V.V., Loskutov S.A., Stolyarov A.A. The method of the MIS structure interface analysis. *Surface and Interface Analysis*, 1999, vol. 28, pp. 142–145. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9918\(199908\)28:1<142](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9918(199908)28:1<142)
- [3] Зюко А.Г., Кловский Д.Д., Назаров М.В., Финк Л.М. *Теория передачи сигналов*. Москва, Радио и связь, 2011, 368 с.
- [4] Yang Y., Li L. Communication System Using Multilevel Modulation Based on Manchester Coding. *IEEE Photonics Journal*, 2017, vol. 9 (1), pp. 1–8.

Development of a device for measuring propagation delay time during turning off and turning on of a manchester coded double transceiver

Borisov E.O.	borisoveo@student.bmstu.ru SPIN-code: 4246-4131
Grishin G.K.	grishin_gr@mail.ruUniversity
Belinsky D.N.	belinskiydn@student.bmstu.ru
Andreev D.V.	dmitrii_andreev@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The paper considers the task of developing a device for measuring the propagation delay time when switching off and on a dual Manchester code transceiver. The sequence of modeling of the measuring device is presented, as well as the measurement procedure is described. The device is based on the analysis of signals transmitted by the Manchester code, which allows you to achieve high accuracy. The technologies and methods used, including hardware and software components, as well as data processing algorithms, are described. The results of experimental measurements are presented, which confirm the effectiveness of the proposed solution.

Keywords: circuit, delay time, measurement, Manchester code, GOST