

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ПОМЕХ НА ЦИФРОВЫХ И АНАЛОГОВЫХ ПРОВОДНЫХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ

Нестерович М.П.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Томильчик Ю.В.

Аннотация. Представлено устройство для создания искусственных помех и имитации неисправностей в аналоговых и цифровых проводных линиях связи, предназначенное для использования в лабораторных стендах, учебном процессе и при предварительных испытаниях аппаратуры связи. Устройство обеспечивает ручную коммутацию нагрузочных сопротивлений (50, 75, 100, 120, 600, 1200 Ом), имитацию обрыва и короткого замыкания линии, а также генерацию активной FSK-помехи на базе микросхемы XR2206 с тремя режимами работы. Разработка ориентирована на повышение наглядности и доступности лабораторных исследований по дисциплинам «Линии связи», «Защита информации», «Теория электрических цепей».

В условиях активного развития цифровых сетей передачи данных и необходимости защиты информации от несанкционированного съема задача объективной оценки помехоустойчивости аппаратуры связи становится особенно актуальной. Промышленные генераторы шума и имитаторы неисправностей обладают высокой стоимостью, узкой специализацией и зачастую не позволяют одновременно работать с различными типами линий (витая пара, коаксиал, двухпроводные полевые кабели). Существующие лабораторные стенды либо ограничены пассивной имитацией неисправностей, либо не обеспечивают генерации эффективных помех для цифровых интерфейсов. Разрабатываемое устройство объединяет в себе комплекс необходимых функций, обладает низкой себестоимостью и высокой наглядностью, что делает его пригодным для массового применения в учебных лабораториях и при проведении исследовательских работ.

Устройство выполнено в корпусе с лицевой панелью, на которой размещены три типа разъёмов: RJ-45 (витая пара), BNC (коаксиальный кабель) и винтовые клеммы (кабель П-274). Набор нагрузочных сопротивлений (50, 75, 100, 120, 600, 1200 Ом) реализован с помощью прецизионных резисторов, коммутируемых трёхпозиционными тумблерами ON-OFF-ON. Каждый тумблер позволяет выбрать первый номинал, отключить нагрузку или подключить второй номинал. Отдельные тумблеры обеспечивают имитацию обрыва линии и короткого замыкания для каждого типа подключения.

Активная часть устройства построена на микросхеме XR2206, работающей в режиме FSK (частотной манипуляции). Формируемый сигнал имитирует хаотичную передачу данных, что наиболее эффективно подавляет цифровые линии связи (Ethernet, E3, RS-485, CAN). Предусмотрены три режима: «фоновый уровень» (слабый сигнал для демонстрации), «выключено» и «полное подавление» (мощный FSK-сигнал, перекрывающий полезный сигнал). Режимы переключаются тумблером, а их состояние отображается светодиодными индикаторами на лицевой панели. Питание активной части осуществляется от внешнего источника постоянного напряжения 12 В, все цепи коммутации нагрузок и неисправностей являются пассивными и не требуют питания.

Программная часть (для генерации псевдослучайной последовательности, управляющей FSK-входом XR2206) реализована на микроконтроллере ATtiny13, что обеспечивает простоту и низкую стоимость. Алгоритм формирует PRBS-последовательность, имитирующую случайную битовую поток, которая переключает частоту FSK-генератора. Разработка выполнена в среде Arduino IDE на языке C++ с использованием стандартных библиотек для работы с портами ввода-вывода.

Конструктивно устройство собрано на двусторонней печатной плате из стеклотекстолита FR-4. Для минимизации паразитных связей применено разделение заземлённых участков (star ground). Металлический корпус обеспечивает экранирование высокочастотных цепей генератора помех и защиту от внешних наводок. Габаритные размеры устройства не превышают 200×150×70 мм, масса – менее 1 кг.

Таким образом, разработанное устройство не только решает актуальную задачу комплексного тестирования проводных линий связи, но и обладает рядом преимуществ: низкая себестоимость (менее 5000 руб.), универсальность (три типа линий), наглядность (светодиодная индикация, ручное управление), пассивность основных цепей, возможность использования в учебном процессе и для предварительных испытаний оборудования связи. Его внедрение позволит повысить качество подготовки специалистов в области телекоммуникаций и защиты информации, а также снизить затраты на оснащение лабораторий.

### Список использованных источников:

1. XR2206 Monolithic Function Generator, Datasheet, EXAR Corporation, 2001.
2. Крылов С.В., Петров В.В. Линии связи и их параметры. – М.: Радио и связь, 2018. – 280 с
3. Грибунин В.Г., Корольков А.В. Защита информации в телекоммуникационных системах. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 432 с.