

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
1.1 Обзор систем моделирования .....	7
1.1.1 EasyEDA.....	8

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире без беспроводных технологий невозможно представить повседневную жизнь. Беспроводные сети Bluetooth и Wi-Fi, являются основными каналами передачи данных для множества устройств, от мобильных телефонов и ноутбуков, до домашних умных устройств и промышленного оборудования. С их помощью обеспечивается доступ к каналам связи, необходимым для мобильного образа жизни, позволяя пользователям оставаться подключенными ко всему миру в любой момент времени. Беспроводные сети являются открытыми каналами связи, а это значит, что подключиться к ним могут все, у кого есть пароль.

Однако, с ростом популярности и распространенности беспроводных технологий возникают новые угрозы, связанные с их использованием. Одной из таких угроз является возможность незаконного доступа к данным через сети Bluetooth и Wi-Fi, что может привести к серьезным последствиям для безопасности и конфиденциальности информации. Существует риск подслушивания и шпионажа через эти каналы, особенно в ситуациях, когда данные передаются без должного уровня защиты. Поэтому критически важно обеспечивать безопасность сетей и их недоступность в определенных местах, например, в частных корпоративных средах, в которых важна конфиденциальность информации, в военных целях и даже в школах и университетах.

Целью данного дипломного проекта является разработка аппаратного комплекса генерации помех на частотах Wi-Fi и Bluetooth, который позволит временно прекратить доступ к сети и, соответственно, к конфиденциальным данным, повысив уровень безопасности. Это представляет собой важный шаг в защите как личной и корпоративной, так и государственной информации от потенциального прослушивания и угроз. Так же в результате разработки данного проекта будет достигнута возможность обеспечить чистоту связи на важных мероприятиях, таких как переговоры, заседания или же государственные экзамены.

Для достижения данной цели необходимо провести обширный анализ и исследования в области Wi-Fi и Bluetooth, передачи сигналов на физическом уровне. Так же следует изучить передачу сигнала в эфир, генерацию шумов, а также использование высокочастотных генераторов, управляемых напряжением (в дальнейшем – ГУН). Особенно важно учесть работу на физическом уровне беспроводных сетей в целом, так как генератор будет направлен именно на данный уровень.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

1. Исследование физического уровня протоколов 802.11 и 802.15.
2. Проектирование модуля генерации помех.
3. Реализация прототипа модуля генерации помех.
4. Тестирование и оценка работоспособности модуля.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Обзор систем моделирования

Для начала необходимо дать понятие схемотехническому моделированию и системе моделирования.

Схемотехническое моделирование представляет собой моделирование электрических процессов в электронных устройствах с использованием принципиальных электрических схем. Данные схемы включают в себя соединения условных обозначений электрических элементов, таких как транзисторы, резисторы, конденсаторы, диоды и другие. В отличие от логического моделирования, схемотехническое учитывает физические законы схем. В схемотехническом моделировании могут описываться важнейшие характеристики элементов, большая степень строгости описания электронных схем и элементов позволяют получить более точные сведения о процессах, происходящих в схеме. Цель схемотехнического моделирования – определение формы и параметров величин тока и напряжения, зависимости сигнала от тока и так далее. Из этих параметров можно рассчитать дальнейшие необходимые параметры схемы. [1]

Соответственно, под системой моделирования можно назвать программное обеспечение, которое позволяет инженерам создавать, изменять и проверять функциональность электронных схем, прогнозировать производительность и выявлять потенциальные проблемы прежде, чем переходить к этапу физической реализации [2]. Данные системы позволяют экономить время и ресурсы, что является ключевыми фактами как у огромного предприятия, так и у обычных радиолюбителей. Так же данные системы позволяют подходить к проектированию и расчёту схем с большей надёжностью.

Исходя из вышесказанного, ключевыми факторами при выборе системы моделирования могут стать:

1. Производительность: система должна прогнозировать производительность схем с необходимой точностью.
2. Поддержка анализа результатов: система должна иметь инструмент, для работы над анализом полученных путём моделирования результатов.
3. Полнота описания: в системе должно быть возможным описание как можно большего количества характеристик элементов.
4. Поддержка большой элементной базы.
5. Поддержка аналогового и цифрового моделирования.
6. Удобство в использовании.

Данные факторы расположены в порядке убывания, что значит, что самый важный фактор – производительность системы, а наименее важный – удобство использования. Кроме того, для данного проекта критически

необходима точность и аналоговое моделирование, что значит, что без соблюдения пунктов 1 и 5 система будет считаться не подходящей.

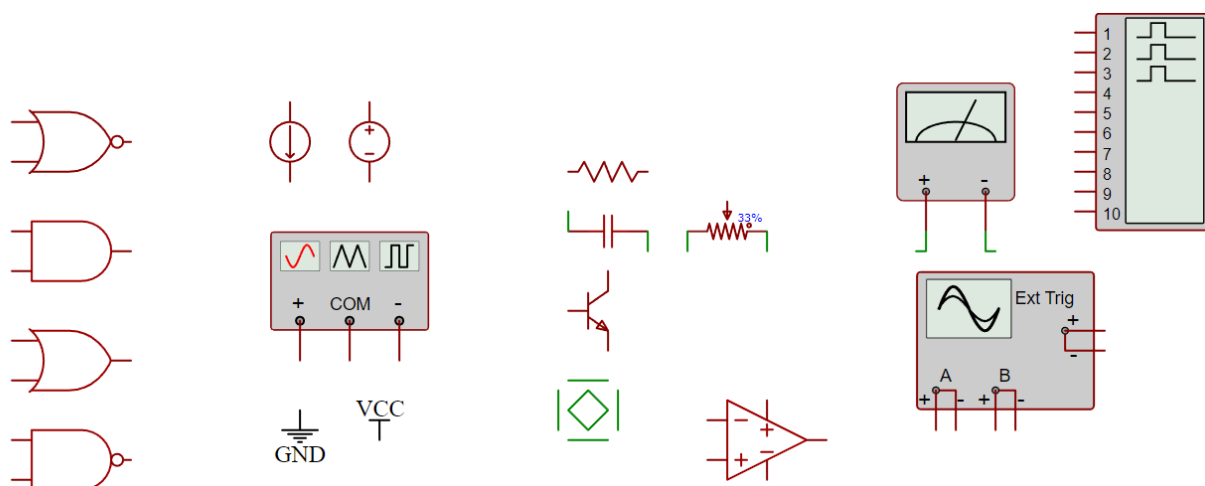
### 1.1.1 EasyEDA

EasyEDA – это веб-среда для автоматизированного проектирования и разработки электронных схем и печатных плат, доступная бесплатно любому человеку. Система бесплатна не только для персонального использования, но и для коммерческих приложений. Данная среда является кроссплатформенной, и доступна даже с телефона в браузере. Так же EasyEDA позволяет конвертировать электрическую схему в шаблон печатной платы, генерировать Gerber-файлы, а также документацию. Главный плюс данной среды – простота и доступность создания принципиальных схем, с возможным дальнейшим заказом печатных плат. Так же все проекты могут храниться в облаке личного аккаунта, что позволяет иметь доступ к проектам лишь с выходом в интернет.

Данная среда так же позволяет моделировать электронные схемы, с помощью SPICE-модели, которая используется практически во всех эмуляторах на данный момент. Модель SPICE была разработана в 1973 году, после чего претерпела два обновления (SPICE 2 и SPICE 3) в 1983 и 1993 годах. Модель обладает открытым исходным кодом и высокой точностью, которая обеспечивается точным математическим прогнозированием поведения элементов в различных условиях. Схемы, описываемые моделью SPICE, могут варьироваться от простейших, как резистор, до огромных корпоративных проектов, описываемых сотнями строк.

Система поддерживает как аналоговые, так и цифровые сигналы, что является обязательным требованием. Для задания и измерения сигналов все провода должны быть подключены к своеобразным устройствам, представляющим генераторы (как переменного, так и постоянного тока), мультиметры, осциллографы и логические анализаторы. Создание схем происходит перетягиванием элементов из специальной SPICE-библиотеки элементов и подключением их с помощью проводов друг с другом, которые могут идти под свободным углом. Библиотека элементов предоставляет доступ к основным элементам, по типу резисторов, конденсаторов, операционным усилителям и так далее. Так же поддерживаются логические элементы (и, или, не и так далее).

Правила моделирования же указываются с помощью специальной строки, именуемой SPICE-директивой. SPICE-директива представляет собой обычную текстовую строку, помещаемую на схему и передаваемую непосредственно в список соединения. Директивы можно задавать как одним сплошным текстом, так и в виде блоков. Директивы необходимы для задания типа, времени, параметров анализа, а также создания специальных функций. Интерфейс EasyEDA показан на рисунке 1.1.



*.tran 10m*

Рисунок 1.1 – Пример интерфейса EasyEDA

Если оценивать параметры моделирования согласно списку, указанному в пункте 1.1 – то подпункты поддержки аналогового и цифрового сигнала, а также простоты использования соблюдаются.

Производительность данной системы слабая, так как моделирование происходит в облаке, и изменить данный параметр нельзя. Соответственно, при больших схемах или при плохом интернете с моделированием могут возникнуть проблемы.

Следующая проблема – анализ результатов не реализован на нужном уровне. При анализе нельзя выбрать конкретную цепь для анализа и разделить несколько графиков. При большом количестве сигналов становится сложно ориентироваться. Так же нельзя измерить частоту сигнала, амплитуду и фазу.

Так же невозможно полностью описать элементы. Доступны лишь базовые характеристики. К примеру, у резистора можно описать лишь сопротивление, однако нельзя описать допуск и номинальную мощность.

Следовательно, дальнейшие пункты рассматривать нет смысла, так как система не подходит для моделирования проекта.

### 1.1.2 Proteus

Proteus – среда для проектирования и моделирования электронных схем, широко используемая в промышленности. Среда предлагает полный процесс проектирования, сочетающий в себе создание электрических схем, интерактивное моделирование, и разводку плат в единой интегрированной среде. Так же данное программное обеспечение поддерживает моделирование микроконтроллеров, таких как Raspberry Pi или различные модели Arduino.

Proteus позволяет производить интерактивное моделирование, что позволяет отлаживать плату в реальном времени, с помощью модели SPICE, что обеспечивает высокую точность моделирования и поддержку как аналоговых, так и цифровых сигналов. Интерфейс Proteus показан на рисунке 1.2

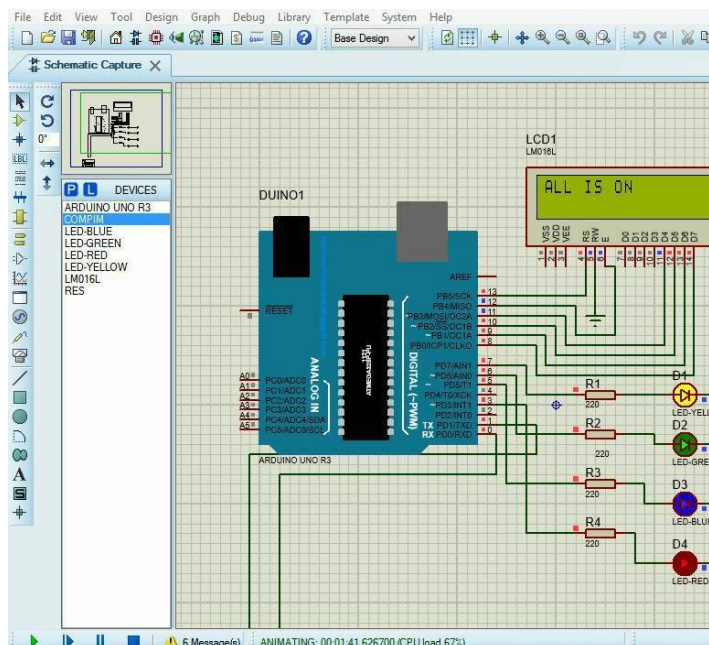


Рисунок 1.2 – Пример интерфейса Proteus

Главными преимуществами данной среды является её интегрированность, которая заключается во встроенных функциях поддержки конструирования печатной платы, моделирования и отладки.

Выполняются требования производительности, поддерживается большая элементная база, многие элементы есть во встроенной библиотечной базе приложения, с самыми различными характеристиками.

Из главных недостатков можно выделить слабую поддержку результата моделирования, так как в данной системе на обычном осциллографе нельзя измерить частоту сигнала, в отличие от физических цифровых осциллографов.

Так же, из минусов можно выделить сложность использования. Данная система является программным обеспечением, использующимся в больших корпорациях, поэтому в среде большой порог входа. К тому же, программа является платной, и специальная бесплатная подписка для студентов отсутствует.

### 1.1.3 LTspice

LTspice – популярное и мощное программное обеспечение для моделирования электронных схем, разработанное компанией Linear Technologies. LTspice является бесплатной средой моделирования,

использующей модель SPICE, захвата схем и просмотра форм сигналов для улучшения схем на этапе моделирования. Среда позволяет составлять платы, задавать точные характеристики каждому из компонентов, не привязываясь к фирме или конкретному компоненту, создавать собственные. LTspice основан на движке SPICE 3. С момента создания LTspice совершенствовался каждый год, в следствие чего на данный момент представляет собой один из лучших симуляторов электронных схем.

В данной среде моделирования доступна точная настройка элементов, большая элементная база, удобное устройство анализа результата моделирования, указанных на рисунке 1.3.

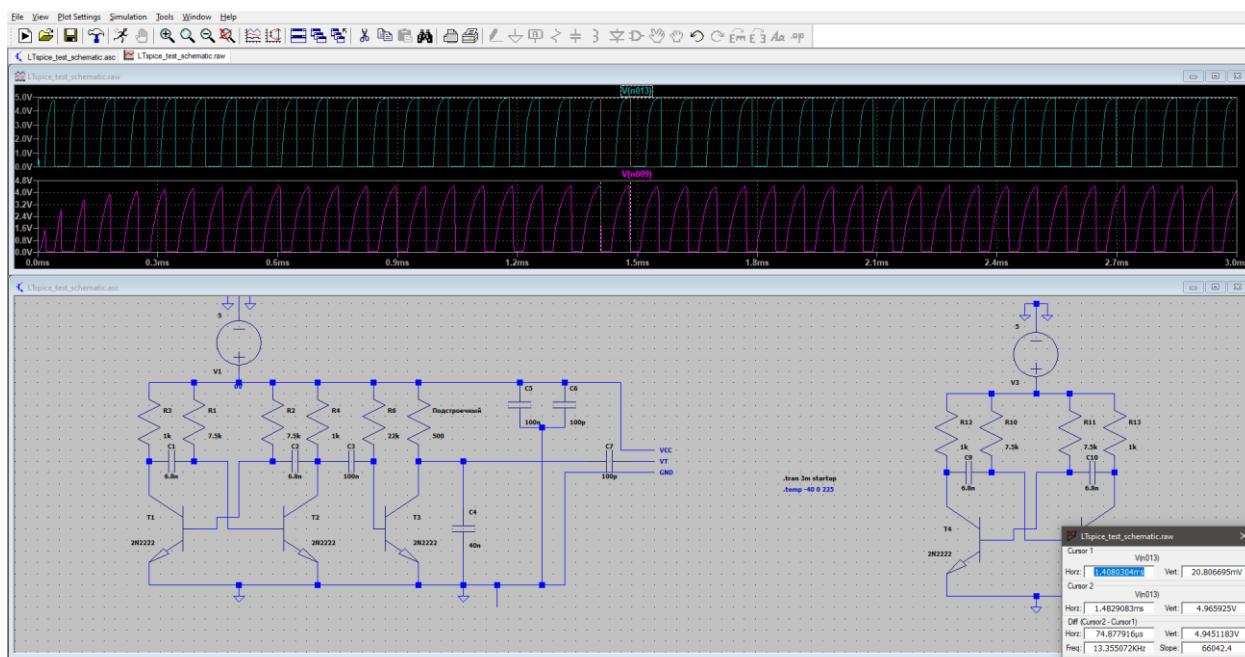


Рисунок 1.3 – Пример интерфейса LTspice.

Данная среда использует модель SPICE, что обеспечивает точность, симуляцию как цифровых, так и аналоговых сигналов, имеет большой инструментарий для анализа сигнала, такой как частота сигнала, амплитуду, фазу сигнала и так далее. Кроме того, в среде можно описывать практически каждую характеристику.

В результате было принято использовать данную среду моделирования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### ДОПОЛНИТЬ

Главными преимуществами аппаратного комплекса является генерация шумов на частотах Wi-Fi и Bluetooth, которая позволяет «заражать» проходящий в эфире сигнал. Таким образом, любой сигнал, попадающий под частоты работы данного аппаратного комплекса будет зашумлён, и передача будет прервана или нарушена. Данные устройства используются для полной блокировки связи в любых целевых местах.

Очевидным недостатком данных комплексов является блокировка абсолютно любой проходящей сети. Таким образом, нельзя выбрать конкретную цель для зашумления или наоборот, для блокировки от шума. Однако, такие генераторы могут послужить созданием уникальных новых устройств, которые будут иметь «иммунитет» к шумам данного типа.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Схемотехническое моделирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/8753/5/Тема\\_4\\_Схемотехнич\\_моделирование.pdf](https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/8753/5/Тема_4_Схемотехнич_моделирование.pdf). – Дата доступа: 01.04.2024

[2] Electronic Circuit Simulation Software [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electronicsguruji.com/best-circuit-simulation-software/>. – Дата доступа: 01.04.2024

[3]

[4]

[5]

[6] 802.11 PHY Layers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://media.techtarget.com/searchMobileComputing/downloads/CWAP\\_ch8.pdf](https://media.techtarget.com/searchMobileComputing/downloads/CWAP_ch8.pdf). – Дата доступа: 18.03.2024