МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Физический факультет

Кафедра электроники

**ОЧЕНЬ ЕМКОЕ НАЗВАНИЕ РАБОТЫ МОЕЙ РАБОТЫ**

Научно-исследовательская работа

03.04.03

Системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Зав. кафедрой | \_\_\_\_\_\_\_ | д.ф.-м.н., доцент | Г.К. Усков \_\_\_.\_\_\_.20\_\_\_г. |
| Обучающийся | \_\_\_\_\_\_\_ |  | А.С. Величкина |
| Руководитель | \_\_\_\_\_\_\_ | д.ф.-м.н., доцент | Г. К. Усков |

Воронеж2023

Структура НИРа (что сюда писать???)

1. Введение
2. Основная часть
   1. Новая схема генератора и попытки описания ее работы и преимуществ относительно имеющихся
   2. Схема в AWR
   3. Эксперимент
   4. Эксперимент с длительностями
   5. Анализ и оценка импульсов
3. Заключение
4. Библиография

# Введение

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

# Основная часть

# Литературный обзор

# Схема генератора СКИ с двумя ВЧ полевыми транзисторами

Как известно [ссыль], различные диоды с накоплением заряда, даже выпущенные в одной серии, имеют некоторый разброс параметров, который влияет на переходные процессы в полупроводниковой структуре и, следовательно, на время переключения. Такой разброс может составлять порядка 10%, что существенно влияет на скорости работы диодов.

При последовательном соединении ДНЗ в схемах генерации различное время переключение негативно сказывается на результирующем импульсе. Показано [ссыль], что чем больше разница во временах переключения диодов, тем медленнее спадает задний фронт СКИ, что приводит к увеличению общей длительности импульса и ухудшению его спектральных характеристик. Существуют различные подходы к изменению скорости переходных процессов в ДНЗ в схемах с последовательным включением, включающие измерение переходных характеристик и индивидуальный подбор диодов для каждых генераторов [ссыль на статью Рязанцева], использование дополнительных емкостей и резистивных соединений с регулируемым сопротивлением [поискать ссылки подтверждающие эти гениальные идеи ГК].

В данной работе рассматривается методика изменения времен переключения ДНЗ за счет изменения параметров запускающих импульсов.

Чтобы получить возможность управления процессами накопления и рассасывания заряда в структуре ДНЗ за счет параметров запускающего импульса, была разработана схема генератора с двумя полевыми транзисторами. Для улучшения параметров результирующих импульсов было использовано последовательное включение ДНЗ [ссыль на статью про последовательное включение]. Схема разработанного устройства приведена на рис. ???.

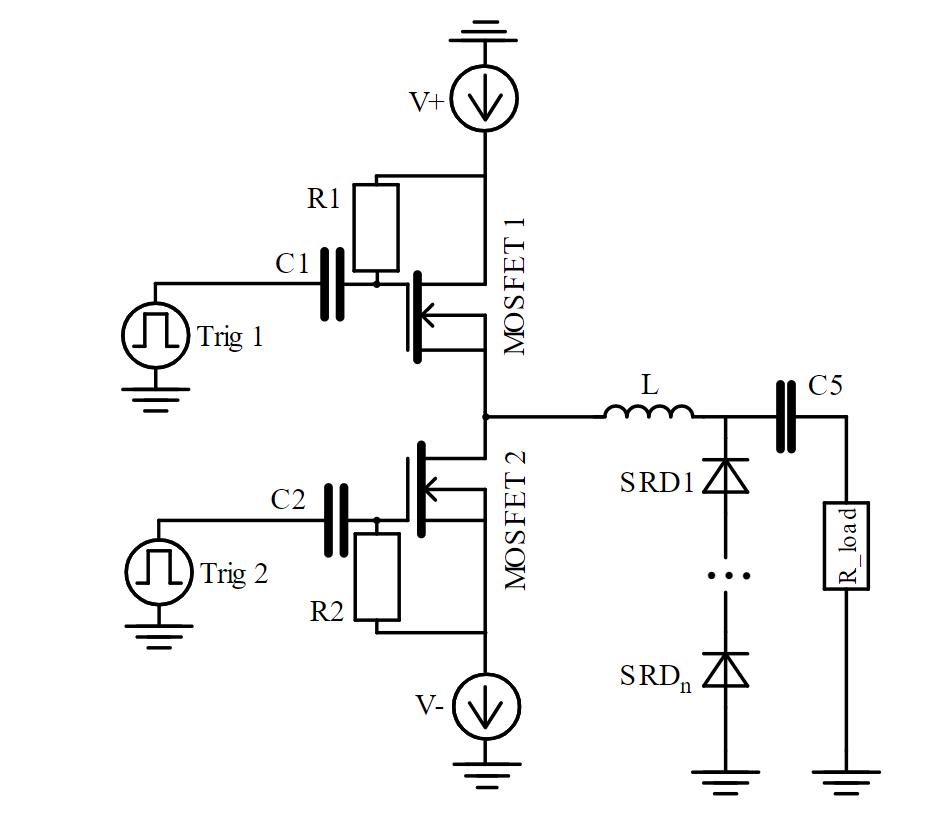


Рис. ???. Схема генератора СКИ с использованием двух транзисторов

Запускающий импульс Trig 1, проходящий через ПТ MOSFET1, отвечает за накопление заряда в структуре ДНЗ, а импульс с Trig 2 за рассасывание заряда соответственно.

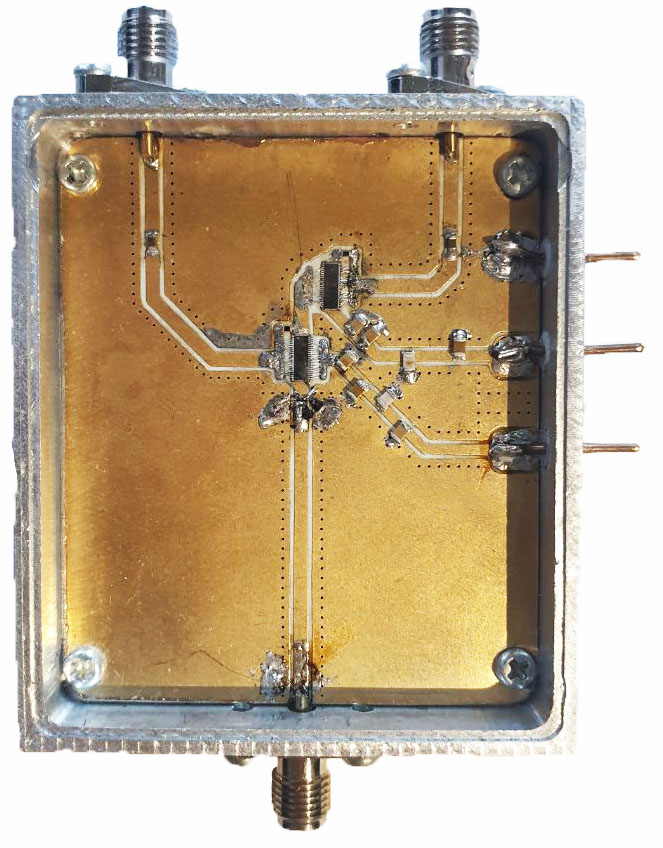


Рис. ???. Прототип разработанного устройства.

# Эксперимент с длительностями

Для исследования зависимостей амплитуды и длительности СКИ на выходе генератора был проведен следующий эксперимент.

Параметры:

* фронты запускающих импульсов: 3 нс;
* амплитуды запускающих импульсов: 6 В;
* Напряжения питания: 5 В и – 3 В соответственно.

Для нивелирования длинны кабеля синхронизации выставили задержку основного импульса на мастер генераторе на 17.25 нс. Это позволило синхронизировать выходы запускающих импульсов.

Таблица ???. Экспериментальные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Trigger pulse, ns | | | | | | Gausian Pulse | |
| № | Del1 | Wight1 | W1+Front1 | Del2 | Wight2 | W2+Front2 | Ampl, V | Wight, ns |
| 1 | 17,25 | 6 | 12 | 12 | 6 | 12 | 34,4 | 185 |
| 2 | 17,25 | 6,5 | 12,5 | 12,5 | 6 | 12 | 35,6 | 194 |
| 3 | 17,25 | 7 | 13 | 13 | 6 | 12 | 36,6 | 196 |
| 4 | 17,25 | 7,5 | 13,5 | 13,5 | 6 | 12 | 37 | 200 |
| 5 | 17,25 | 8 | 14 | 14 | 6 | 12 | 37,8 | 206 |
| 6 | 17,25 | 8,5 | 14,5 | 14,5 | 6 | 12 | 38,3 | 211 |
| 7 | 17,25 | 9 | 15 | 15 | 6 | 12 | 38,7 | 213 |
| 8 | 17,25 | 9,5 | 15,5 | 15,5 | 6 | 12 | 39,1 | 215 |
| 9 | 17,25 | 10 | 16 | 16 | 6 | 12 | 39,3 | 220 |
| 10 | 17,25 | 10,5 | 16,5 | 16,5 | 6 | 12 | 39,6 | 223 |
| 11 | 17,25 | 11 | 17 | 17 | 6 | 12 | 39,9 | 224 |
| 12 | 17,25 | 11,5 | 17,5 | 17,5 | 6 | 12 | 40,2 | 227 |
| 13 | 17,25 | 12 | 18 | 18 | 6 | 12 | 40,3 | 228 |
| 14 | 17,25 | 12,5 | 18,5 | 18,5 | 6 | 12 | 40,4 | 227 |
| 15 | 17,25 | 13 | 19 | 19 | 6 | 12 | 40,6 | 232 |
| 16 | 17,25 | 13,5 | 19,5 | 19,5 | 6 | 12 | 40,7 | 237 |
| 17 | 17,25 | 14 | 20 | 20 | 6 | 12 | 40,8 | 234 |
| 18 | 17,25 | 14,5 | 20,5 | 20,5 | 6 | 12 | 40,9 | 236 |
| 19 | 17,25 | 15 | 21 | 21 | 6 | 12 | 40,9 | 233 |
| 20 | 17,25 | 15,5 | 21,5 | 21,5 | 6 | 12 | 40,9 | 236 |
| 21 | 17,25 | 16 | 22 | 22 | 6 | 12 | 40,9 | 236 |

Полученные зависимости амплитуд и длительностей результирующих импульсов представлены на графиках ниже.

Рис. ???. График зависимости амплитуды СКИ от длительности запускающего импульса.

Рис. ???. График зависимости длительности СКИ от длительности запускающего импульса.

Проанализируем полученные результаты.

# Оценка импульсов

Оценка отклонения реальных СШП-импульсов от идеальных основана на использовании метода нормированной среднеквадратической ошибки, в зарубежной литературе normalized mean square error (NMSE). Эта величина вычисляется по формуле:

В качестве входных данных программы используется массив отсчетов, описывающих экспериментальный импульс (снятый осциллографом). Программа определяет длительности по полувысоте и максимальное значение импульса. Исходя из этих параметров строится идеальный импульс по известным формулам:

где:

A - амплитуда импульса;

t - сдвиг импульса во времени относительно начала координат;

- длительность импульса по полувысоте (для колокольного импульса) и от максимального значения до минимального (для моноцикла Гаусса)

Аналитический и экспериментальный импульс могут быть отображены на графиках для визуального анализа. Затем вычисляются отклонения и численный коэффициент NMSE в децибелах.

Алгоритм был реализован на языке программирования Python (v3.11.1) с использованием библиотек NumPy v.1.24.2 [6] и Matplotlib v.3.6.3 [7].

# Заключение

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

ВОДА ВОДА ВОДА

# Литература

1. NumPy documentation – URL: https://numpy.org/doc/1.24 (дата обращения: 16.01.2023).
2. Matplotlib 3.6.3 documentation – URL: https://matplotlib.org/stable/index.html