

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО"**

**РАДІОТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

**ЗВІТ**  
**ПРО ПЕРЕДДИПЛОМНУ ПРАКТИКУ**

Виконав: Студент 4 курсу, групи РІ-91

Попов Н. В.  
(Прізвище І.П.)

  
Підпис

Звіт прийняв:

Непочатих Ю. В.

(Прізвище І.П.  
наукового керівника)



Підпис

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Шульга А. В.

(Прізвище І.П.  
керівника практики від кафедри)

Підпис

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.



**КИЇВ – 2023**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
1 ОГЛЯД АНАЛОГІВ .....	4
1.1 Огляд та аналіз пристроїв на ринку .....	4
1.2 Аналіз технічного завдання .....	6
2 МОДЕРНІЗАЦІЯ КОМУТАТОРА НВЧ СИГНАЛІВ .....	8
2.1 Розробка структурної схеми .....	8
2.2 Схема електрична принципова .....	9
ВИСНОВКИ.....	11
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ .....	12

## ВСТУП

Місце проходження : "Квант-Ефір"

У теперішньому світі НВЧ техніка є важливою складовою у багатьох галузях. Вона використовується в широкому спектрі пристроїв і систем, таких як мобільні телефони, радары, супутникові системи зв'язку і т. і.. Перевагами такої техніки є те, що вона може передавати і обробляти великі об'єми інформації на великих відстанях, з високими швидкістю і точністю. Невід'ємною складовою НВЧ техніки, є надвисокочастотні комутатори.

Надвисокочастотні комутатори використовуються для перемикання між різними вхідними і вихідними каналами і забезпечують передачу сигналів у заданих напрямках. Перемикання може бути досить швидким, з низькими втратами передачі. Комутатори можуть працювати у широкому діапазоні частот, що дозволяє використовувати їх у різних додатках від радіомовлення до супутникового зв'язку.

НВЧ комутатори є важливими компонентами в сучасних системах зв'язку та радіотехніки, і їхня важливість буде тільки зростати в майбутньому з розвитком технологій надвисоких частот.

**Мета:** метою переддипломної практики були аналіз та модернізація комутатора в формувачі S-діапазону, аналіз ринку, створення функціональної схеми і схеми електричної принципової.

Для виконання поставлених задач, потрібно:

- 1) ознайомитися з теоретичними даними про комутатори;
- 2) ознайомитися з аналогами на ринку, і проаналізувати їх недоліки;
- 3) на основі отриманих даних розробити структурну схему і схему електричну принципову.

# 1 ОГЛЯД АНАЛОГІВ

## 1.1 Огляд та аналіз пристроїв на ринку

Перший аналог.

За перший аналог обрано антенний комутатор AMERITRON RCS-8VX. Антенний комутатор Ameritron RCS-8V дозволяє дистанційно перемикає до п'яти окремих антен за допомогою однієї лінії керування. Зовнішній вигляд зображений на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 — Антенний комутатор AMERITON RCS-8VX [1]

Характеристики:

- перемикає: 1 вхід на 5 виходів;
- діапазон частот: 30 – 250 МГц;
- віддалене керування;
- потужність: 1000 Вт;
- живлення від мережі 220 В;
- індикація обраної антени;
- ціна: 13000 грн.

Даний аналог має досить широкий функціонал, він досить потужний і працює у широкому діапазоні частот, але, на жаль, ціна надто висока.

Другий аналог.

Другим аналогом обрано DiSEqC8x1 Ratek M. Зовнішній вигляд антенного комутатора DiSEqC8x1 Ratek M зображений на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 — Антенний комутатор DiSEqC8x1 Ratek M [2]

Характеристики:

- кількість входів: 8;
- робочі частоти: 1 – 2,4 ГГц
- втрати від затухання сигналу: 3дБ
- живлення: 13 – 19 В.
- ціна: 2600 грн.

Цей аналог помітно дешевший, але має відносно високі втрати і недостатньо широкий діапазон частот, а також малу кількість входів.

Третій аналог.

Третім аналогом обрано KAD003. Зовнішній вигляд антенного комутатора KAD003 зображений на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 — Антенный коммутатор KAD003 [3]

Характеристики:

- діапазон частот: 1 – 3 ГГц;
- втрати від затухання сигналу: 2 дБ;
- потужність: 30 Вт;
- кількість антен, що під'єднуються до одного порта комутатора: 4;
- живлення: 12 В.

Керування антенним комутатором здійснюється кнопками з панелі комутатора або віддалено, з комп'ютера за допомогою USB інтерфейсу. Антенний комутатор виготовлений у екранованому негерметичному корпусі. Кнопки для комутації мають підсвічування.

Логіка роботи мікропроцесорної частини комутатора запобігає одночасному увімкненню кількох антенних входів у межах одного каналу за допомогою підсвічування кнопок на панелі комутатора.

## 1.2 Аналіз технічного завдання

Технічні вимоги:

Комутатор повинен функціонувати у складі формувача S-діапазону.

Діапазон робочих частот комутатора: 2,7 – 3,1 ГГц.

Число вхідних каналів: 17.

Необхідна можливість керування комутацією каналів.

Необхідна можливість перевірки рівня сигналу на виході.

Використовувати прилад можна за нормальних умов експлуатації У5.1 згідно з ГОСТ 15150-69 [4], який передбачає такі умови:

- робоча температура в межах від +35 °С до -5 °С;
- гранична температура в межах від +35 °С до -5 °С;
- середнє значення відносної вологості повітря — 75% за температури +15 °С;
- робоче значення атмосферного тиску — 106 кПа;

Транспортування можливе дуже легке, відповідно до

ГОСТ 23216-78 [5]. Перевезення — без зайвих навантажень автомобільним транспортом — транспортними засобами з пневматичним демпфуванням дорогами з асфальтовим або бетонним покриттям (дороги 1-ї категорії за будівельними нормами та правилами, затвердженими Укравтодор) на відстань до 1000 км.

Пристрій повинен мати гарантійний термін експлуатації не менше року. Ремонт, а також технічне обслуговування виконує виробник. Окремий захисний корпус для приладу не потрібен, оскільки він буде захищений спільним захисним корпусом з приладом, до складу якого він входить.

Щоб забезпечити гарну ремонтпридатність, слід обрати найсучасніші та найпоширеніші компоненти.

## 2 МОДЕРНІЗАЦІЯ КОМУТАТОРА НВЧ СИГНАЛІВ

### 2.1 Розробка структурної схеми

Відповідно до проведеного аналізу аналогів та вимог, представлених в ТЗ, розроблено структурну схему пристрою (рис. 2.1).

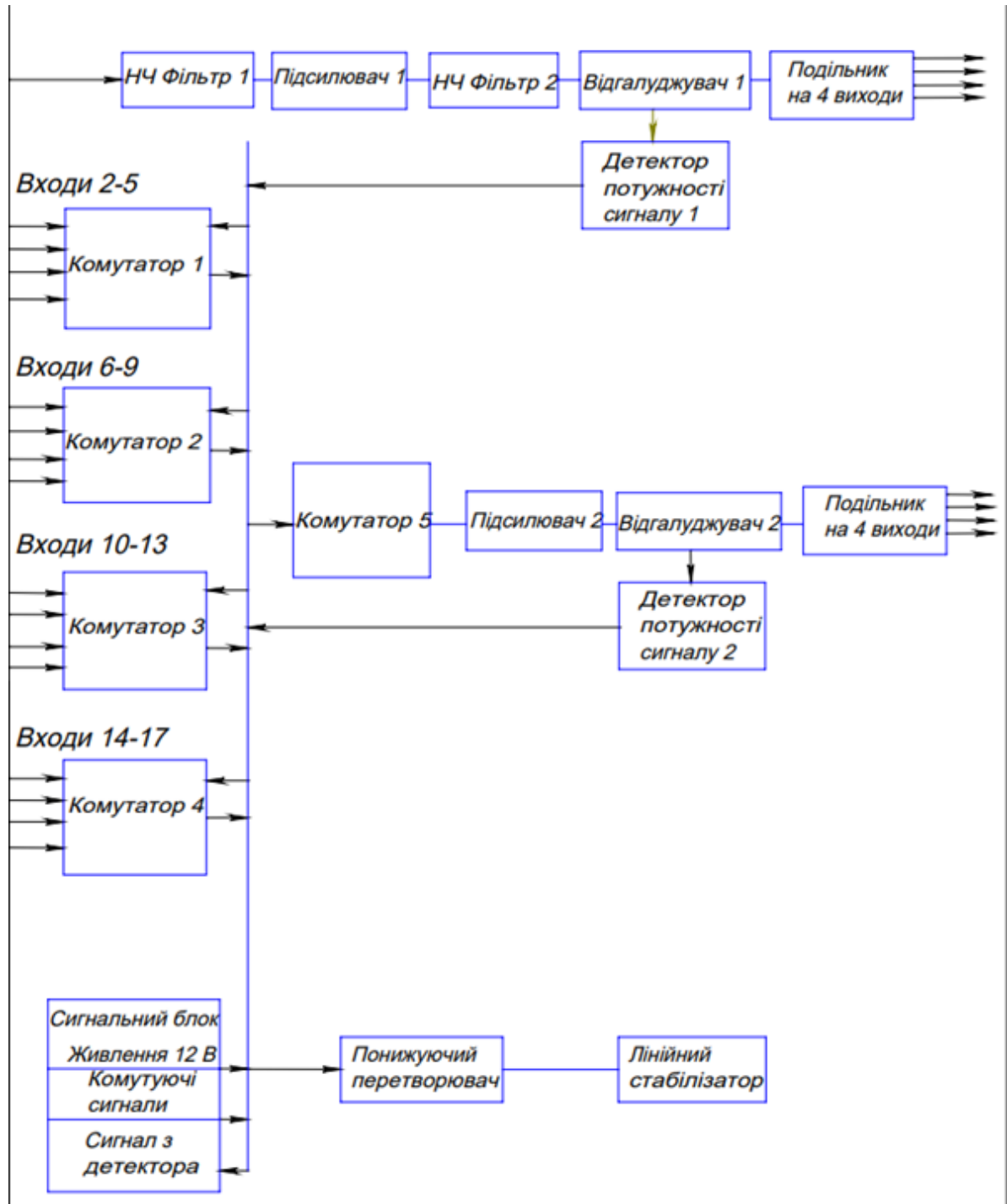


Рисунок 2.1 — Структурна схема пристрою

Опис роботи пристрою. На вхід 1 подається сигнал 700 МГц, потім цей сигнал проходить до НЧ фільтра 1. Далі сигнал іде на підсилювач, після чого



знову на НЧ фільтр 2, де відсіюються сигнали з частотою вище 700 МГц. Після цього сигнал іде на відгалужувач 1, де частина сигналу іде на детектор потужності 1, де цей сигнал аналізується на те, чи залишився рівень сигналу на тому ж рівні, що і прийшов. Інша частина потрібного нам сигналу іде на подільник на 4 виходи.

На входи 2–5 комутатора 1, надходить сигнал 2,7 – 3,1 ГГц. Цей самий сигнал надходить на входи 6 – 9 комутатора 2, на входи 10 – 13 комутатора 3, на входи 14 – 17 комутатора 4. З блоку живлення на кожен комутатор подаються комутуючі сигнали, і в залежності від наявності одного із сигналів або обох, комутатор перемикає вхідний сигнал на вихід комутатора, за певним принципом спрацьовування.

Від 4 комутаторів виходить 4 комутовані сигнали на комутатор 5, на який також подаються комутуючі сигнали і в залежності від принципу спрацьовування ці чотири сигнали комутуються, після чого залишається один сигнал, який іде на вхід підсилювача 2, після чого сигнал заходить на відгалужувач 2, частина сигналу поступає на детектор потужності сигналу 2, в якому визначається чи достатній рівень сигналу прийшло після комутації (2,7 – 3,1 ГГц).

Живлення, подача сигналів комутації, прийом сигналів від детектора потужності відбувається з останнього входу. Оскільки ця частина приладу, тобто блок гетеродину має напругу живлення 12 В, а наш прилад має напругу живлення 5 В, не передбачене окреме живлення, нам потрібно зменшити напругу до робочих 5 В. Для цього подаємо напругу на понижуючий перетворювач, де напруга падає до 8,8 В і далі вона іде на вхід до лінійного стабілізатора, звідки вже ми отримуємо наші стабілізовані 5 В.

## **2.2 Схема електрична принципова**

Після аналізу аналогів, була запропонована і розроблена схема електрична принципова, відповідно до структурної схеми і технічного завдання (рис. 2.2).

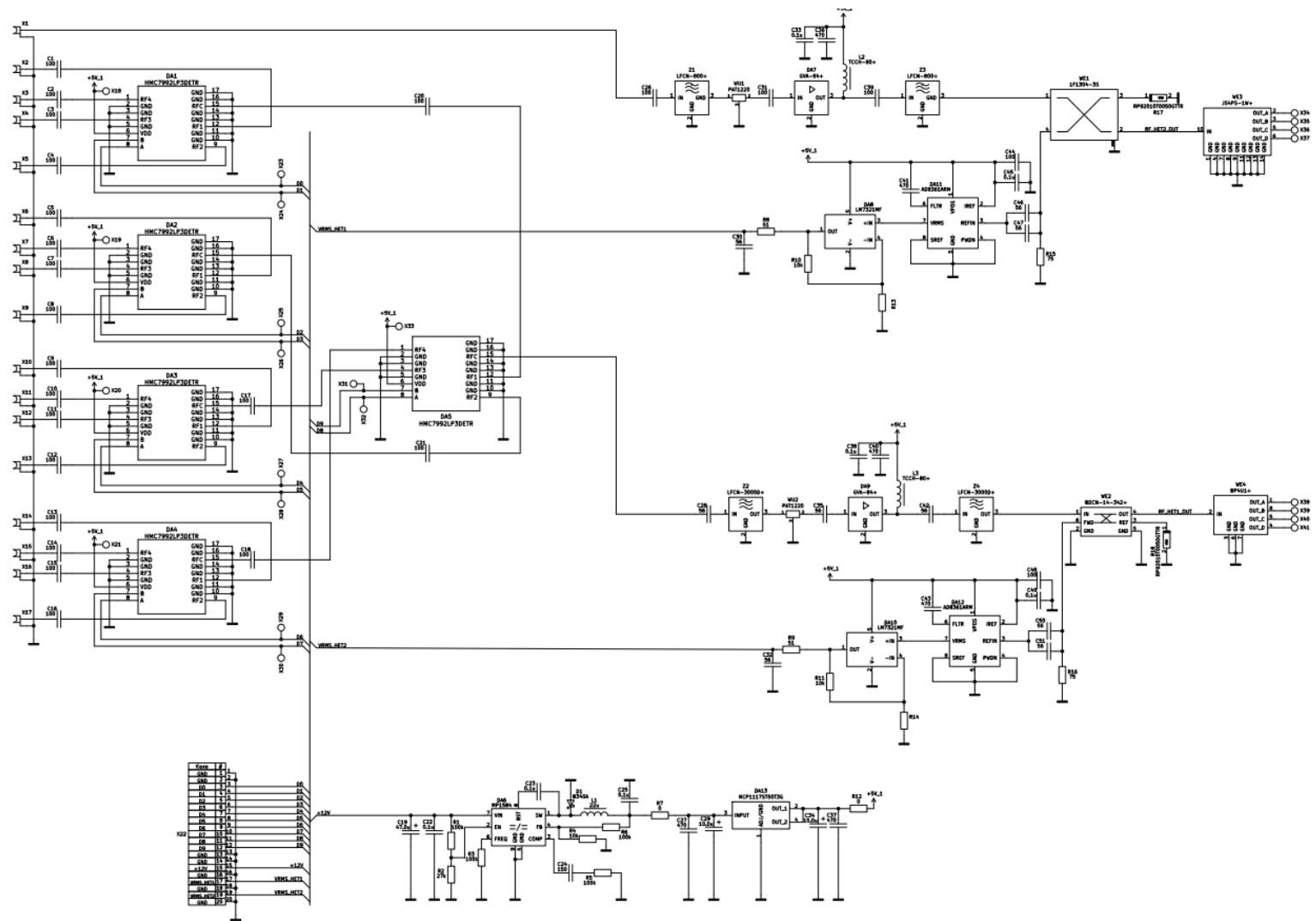


Рисунок 2.2 — Схема електрична принципова

## **ВИСНОВКИ**

Після перегляду аналогів можна зазначити, що для нашого випадку складно підібрати потрібний нам комутатор. По-перше, не влаштовує частотний діапазон (наші робочі частоти знаходяться у діапазоні 2,7 – 3,1 ГГц). По-друге, у них немає контролю рівня сигналу на виході, що може призвести до некоректного функціонування комутатора. Також є багато приладів які досить дешеві, але мають низьку якість (наприклад вони можуть мати відносно великі втрати). На основі цього і були запропоновані структурна схема і схема електрична принципова.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Антенний комутатор AMERITON RCS-8VX – характеристики і опис [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.nevadaradio.co.uk/product/ameritron-rcs-8vx> .

2. Антенний комутатор DiSEq 8x1 Ratek M – характеристики і опис [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://stecker.com.ua/product/ratek-m> .

3) Антенний комутатор KAD003 – характеристики і опис [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://skard.ru/product/kad00x> .

4) ГОСТ 15150-69 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://packtech.com.ua/files/GOST.15150-69.pdf>

5) ГОСТ 23216-78 [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://docs.cntd.ru/document/1200007148> .

6) Загальна інформація про НВЧ комутатори [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.electronics.ru/journal/article/682>.