**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ**

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Ковальчук К. Г.**

**ЗВІТ**

**ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

**Моделювання операційних підсилювачів** **з позитивним зворотнім зв`язком**

**Київ, КНУ ім. Тараса Шевченка, 2021**

**УДК 053.08 (002.21)**

**ББК 73Ц**

**І-72**

**Укладач: Ковальчук К. Г.**

**І-72 Звіт. Моделювання операційних підсилювачів з позитивним зворотнім зв`язком./ укл. Ковальчук К. Г.**

**КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 21 с. (Укр. мов.)**

**У звіті наведено хід математичного моделювання лабораторної роботи та подальшу обробку результатів. Моделювання виконано у програмі LTspice**

**УДК 053.08 (002.21)**

**ББК 73Ц**

**©Київський Національний**

**Університет імені Тараса Шевченка,**

**2021**

**Реферат**

Звіт про моделювання операційних підсилювачів з позитивним зворотнім зв`язком: 9 с.

***Мета роботи*** – ознайомитися з властивостями операційних підсилювачів, опанувати способи підсилення електричних сигналів схемами з ОП, охопленим позитивним зворотним зв`язком та способи виконання математичних операцій за допомогою схем з ОП

***Об'єкт дослідження*** – операційні підсилювачі, диференціальне підсилення постійного струму

***Предмет дослідження*** – теоретичні основи, принципи роботи, фізичний зміст і застосування операційних підсилювачів

***Методи дослідження***:

1) ***Метод співставлення***, одночасне спостереження вхідного та вихідного сигналів на екрані двоканального осцилографа із наступним вимірюванням і порівнянням їх параметрів

**Зміст**

**Теоретичні відомості**

Основні означення.…………………………………………………………….5

**Виконання роботи**

Релаксаційний генератор……..………………………….………………….6

Генератор гармонічних коливань…………………………………………..7

**Висновки**……….………………………………………………………………9

**Джерела**..…………………………….… …….……………………………..9

**Теоретичні відомості**

***Операційний підсилювач*** – це диференціальний підсилювач постійного струму, який в ідеалі має нескінченний коефіцієнт підсилення за напругою і нульову вихідну напругу за відсутності сигналу на вході, великий вхідний опір і малий вихідний, а також необмежену смугу частот підсилюваних сигналів. Раніше такі високоякісні підсилювачі використовувалися виключно в аналогових обчислювальних пристроях для виконання математичних операцій, наприклад, складання та інтегрування. Звідси і походить їх назва – операційні підсилювачі (ОП).

Створення ***зворотного зв`язку*** полягає в тому, що частина вихідного сигналу підсилювача повертається через ланку зворотного зв`язку (ЗЗ) на його вхід. Якщо сигнал зворотного зв`язку подається на вхід у протифазі до вхідного сигналу (різниця фаз Φ = 180), то зворотний зв`язок називають негативним (НЗЗ). Якщо ж він подається на вхід у фазі до вхідного сигналу (Φ = 0), то такий зворотний зв`язок називають позитивним (ПЗЗ).

Операційним підсилювачем називають багатокаскадний диференціальний підсилювач постійного струму, який має в діапазоні частот до кількох десятків кілогерц коефіцієнт підсилення більший за і за своїми властивостями наближається до уявного «ідеального» підсилювача. Під «ідеальним» розуміють такий підсилювач, який має:

1) нескінченний коефіцієнт підсилення за напругою диференціального вхідного сигналу (K→∞)

2) нескінченний вхідний імпеданс ( → ∞)

3) нульовий вихідний імпеданс ( = 0)

4) рівну нулеві напругу на виході ( = 0) при рівності напруг на вході ()

5) нескінченний діапазон робочих частот

***Компаратор*** — це електронний пристрій порівняння двох аналогових сигналів: та . При цьому на виході схеми формуються тільки два значення вихідного сигналу:

а) напруга на виході максимальна, якщо різниця напруг між вхідними сигналами є додатньою

б) напруга на виході мінімальна, якщо різниця напруг між вхідними сигналами є від’ємною

***Передавальна характеристика компаратора*** — залежність вихідної напруги компаратора від напруги на його вході

***Рівень включення (виключення) компаратора*** — значення напруги на вході компаратора , при якій вихідна напруга змінює своє значення від мінімального до максимального (при включенні); при виключенні і вихідна напруга змінюється від до

***Гістерезисний компаратор (тригер Шміта)*** — це електронний пристрій порівняння, у якого передавальна характеристика є неоднозначною, тобто рівні включення і виключення не збігаються (на відміну від звичайного компаратора), а відрізняються на величину, яку називають гістерезисом переключення

***Генератори*** — це електронні пристрої, які формують на виході змінну напругу потрібної форми. На відміну від підсилювачів, у таких пристроїв немає входу. Їх вихідний сигнал з’являється у відповідь на підключення до них джерела живлення. Форма генерованої напруги може бути різноманітною: гармонічною, прямокутною, пилкоподібною або будь-якою іншою

**Виконання роботи**

***Релаксаційний генератор:***

***Наша схема:***

Graphical user interface, application

Description automatically generated

***Вхідний та вихідний сигнали:***

Graphical user interface, application

Description automatically generated

***Генератор гармонічних коливань:***

***Наша схема:***

Graphical user interface, application

Description automatically generated

***Вхідний та вихідний сигнали:***

Graphical user interface, application

Description automatically generated

**Висновки**

В цій роботі ми дослідили як змінюється сигнал після проходження різних типів операційних підсилювачів з позитивним зворотнім зв`язком. Були розглянуті такі типи генераторів на базі ОП: релаксаційний та гармонічних коливань. Для дослідження обох типів використовувався імпульсний сигнал.

Отримані нами результати, а саме зміна фази та структура сигналу повністю відповідають очікуваним.

**Джерела**

* Методичні вказівки до практикуму «Основи радіоелектроніки» для студентів фізичного факультету. Слободянюк О.В.
* Вивчення радіоелектронних схем методом комп’ютерного моделювання. Ю. О. Мягченко