

УДК 0053.08 (002.21)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ КИЇВСЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. ТАРАСА  
ГРИГОРОВИЧА ШЕВЧЕНКА ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

# ЗВІТ

До лабораторної роботи номер 2:

«ПРОХОДЖЕННЯ СИГНАЛІВ ЧЕРЕЗ ПАСИВНІ  
ЛІНІЙНІ ЧОТИРИПОЛЮСНИКИ»

Роботу виконав:

Приходько Артем  
Юрійович

Київ 2021

ББК 73Ц І-72

**Укладач:** А.Ю.Приходько

І-72                      Звіт. Проходження сигналів через пасивні лінійні  
чотириполюсники / укл. А.Ю.Приходько.

-К: КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. - 15 с. (Укр. мов.)

Наведено загальний звіт виконання роботи з моделювання електронних схем  
у програмі Ni Multisim™.

УДК 003.014 (002.21)

ББК 73Ц

## **Зміст**

1. ВСТУП .....	4
2. Теоретичні відомості.....	5
3.Практична частина.....	7
3.1. Фільтр низьких частот .....	7
3.2. Фільтр високих частот .....	10
3.3. Смуговий фільтр .....	11
4.Висновки .....	14
5.Джерела.....	15

# 1. ВСТУП

**Мета роботи** — дослідити зміну параметрів прямокутних імпульсів та гармонічних сигналів при проходженні через пасивні лінійні чотириполюсники, опанувати методи вимірювання амплітудно-частотних та фазо-частотних характеристик пасивних RC-фільтрів та їх перехідних характеристик.

**Об'єкт дослідження** — пасивні лінійні чотириполюсники, перетворення прямокутних та гармонічних сигналів при проходженні через такі чотириполюсники.

**Методи дослідження** — в роботі використовуються:

- метод співставлення, тобто одночасного спостереження вхідного та вихідного сигналів на екрані двоканального осцилографа із наступним вимірюванням і порівнянням їх параметрів;
- метод фігур Лісажу, який полягає у спостереженні на екрані двоканального осцилографа замкнених кривих, які є результатом накладання двох коливань, що відбуваються у двох взаємно перпендикулярних напрямках (вхідний і вихідний сигнали подаються на пластини горизонтального та вертикального відхилення осцилографа відповідно).

## 2. Теоретичні відомості:

**Чотириполіусник** (англ. two-port, four-terminal, quadripole) – це електричне коло (ділянка електричного кола) з чотирма полюсами, зажимами, клемми або іншими засобами приєднання до нього інших електричних кіл чи ділянок електричних кіл. В чотириполіусниках звичайно розрізняють дві пари зажимів: вхідні, що утворюють вхід чотириполіусника і призначені для приєднання до чотириполіусника джерела вхідного електричного сигналу, та вихідні, що утворюють його вихід і призначені для приєднання до чотириполіусника так званого навантаження.

**Пасивний чотириполіусник** – це такий чотириполіусник, який не здатний збільшувати потужність вхідного сигналу за рахунок додавання енергії від якогось іншого джерела енергії (внутрішнього чи зовнішнього по відношенню до чотириполіусника). Потужність, що виділяється в елементі кола, підключеного до виходу такого чотириполіусника, менша за потужність, що споживається від джерела сигналу, підключеного до входу чотириполіусника. На відміну від пасивного, активний чотириполіусник дозволяє збільшувати потужність вихідного сигналу (англ. output signal) порівняно з потужністю вхідного сигналу (англ. input signal) за рахунок внутрішніх або зовнішніх джерел енергії. Зауважимо, що активний чотириполіусник повинен містити принаймні один активний елемент, за допомогою якого енергія від джерел енергії передається підсилюваному електричному сигналу.

**Лінійний чотириполіусник** – це такий, для якого залежність між струмами, що течуть через нього, та напругами на його зажимах є лінійною. Такі чотириполіусники складаються з лінійних елементів.

**Лінійні елементи електричних кіл** – це такі елементи, параметри яких не залежать від величини струму, що протікає через них або від прикладеної до них напруги. До лінійних елементів електричних кіл (для певного інтервалу величин струмів та напруг) можна віднести реальні резистори, конденсатори й котушки індуктивності. На виході лінійних чотириполіусників, на відміну від нелінійних, не можуть утворюватися гармоніки ( $2\omega$ ,  $3\omega$  і т. д.) сигналу частоти  $\omega$ , який подано на вхід.

**Нелінійний чотириполіусник** – це такий, який містить нелінійні елементи. Для нього згадані залежності між струмами та напругами при деяких їх величинах перестають бути лінійними, а на виході можуть з'являтися

гармоніки частот вхідних сигналів. В схемотехніці пасивні лінійні чотириполіусники, призначені для виділення певних спектральних складових електричних сигналів, називають пасивними фільтрами електричних сигналів.

**Пасивний фільтр** – це пасивний чотириполіусник, який містить реактивні елементи (індуктивності, ємності), спад напруги на яких або струм через які залежить від частоти, і завдяки цьому здатен перетворювати спектр сигналу, поданого на його вхід, шляхом послаблення певних спектральних складових вхідного сигналу. Решта спектральних складових вхідного сигналу проходить через такий пасивний лінійний чотириполіусник, тобто він працює як фільтр для певних спектральних складових сигналу. З практичних міркувань в пасивних фільтрах як реактивні елементи найчастіше використовуються ємності. Фільтри, побудовані на конденсаторах і резисторах, називають RC-фільтрами

### 3. Практична частина:

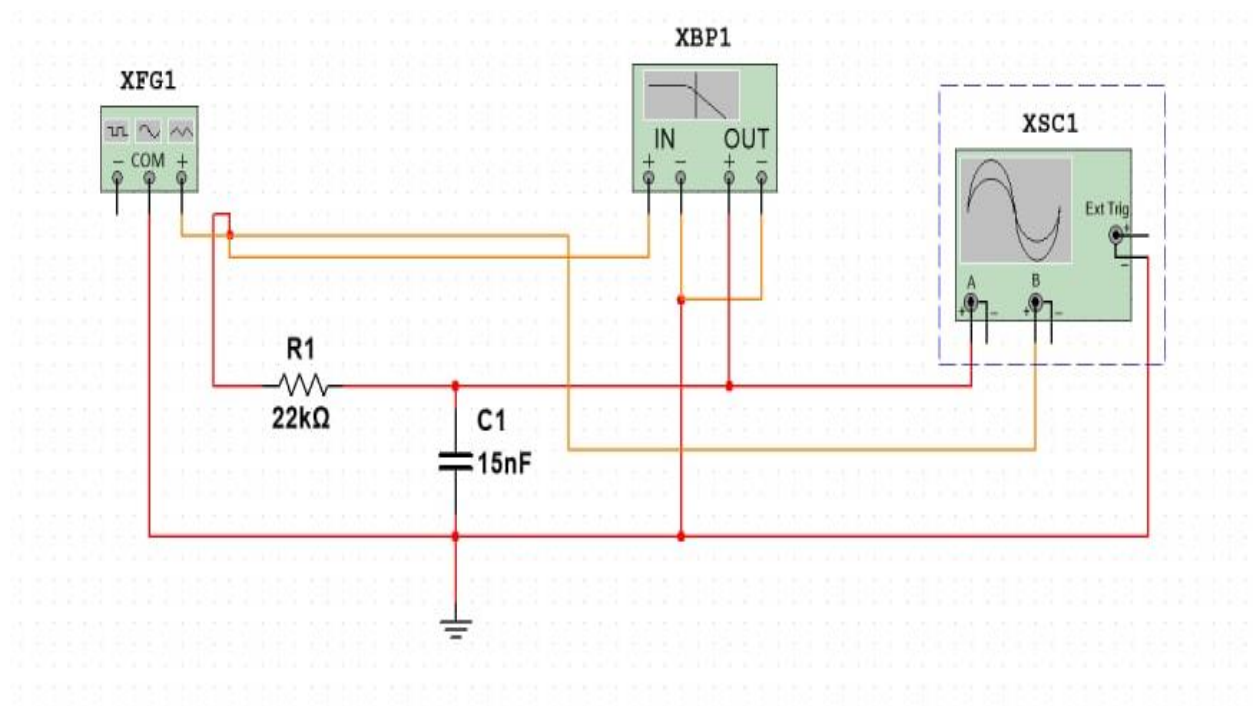
Для того аби скласти досліджувані схеми використовувалися такі компоненти:

- резистори опором 22 та 11 кОм,
- конденсатори ємністю 15 нФ,
- XFG1 - функціональний генератор, налаштований на 100/1000 Гц і амплітуду в 10 В,
- XBP1 - Плотер Боде,
- XSC1 - осцилограф.

#### 3.1 Фільтр нижніх частот

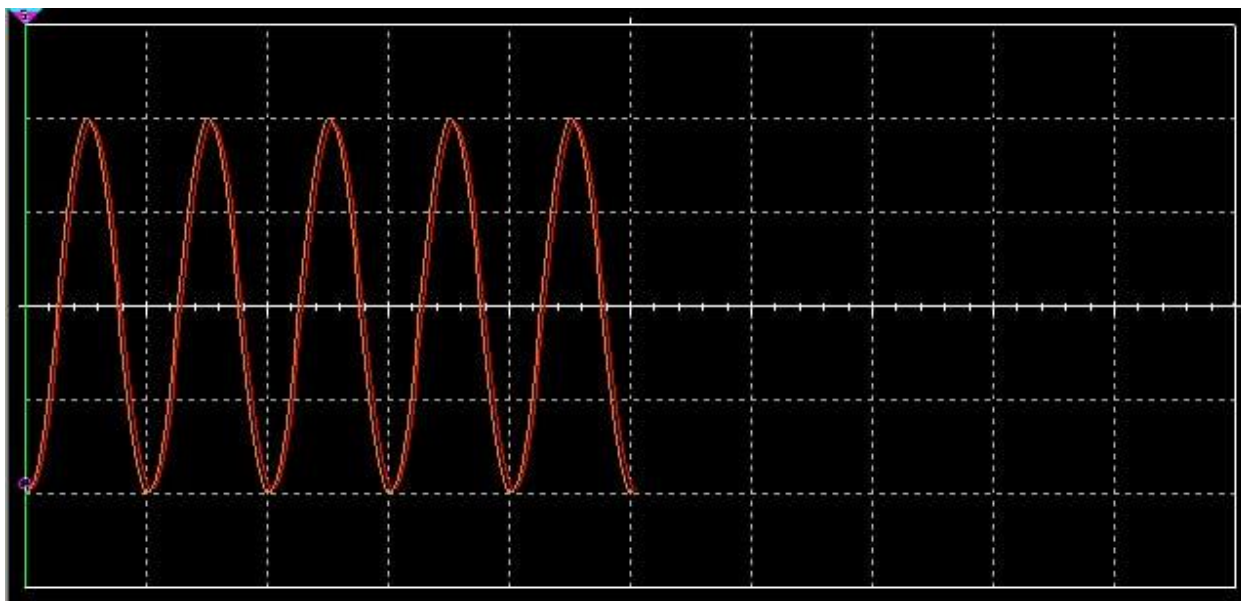
Спочатку складаємо схему

Рис 3.1.1



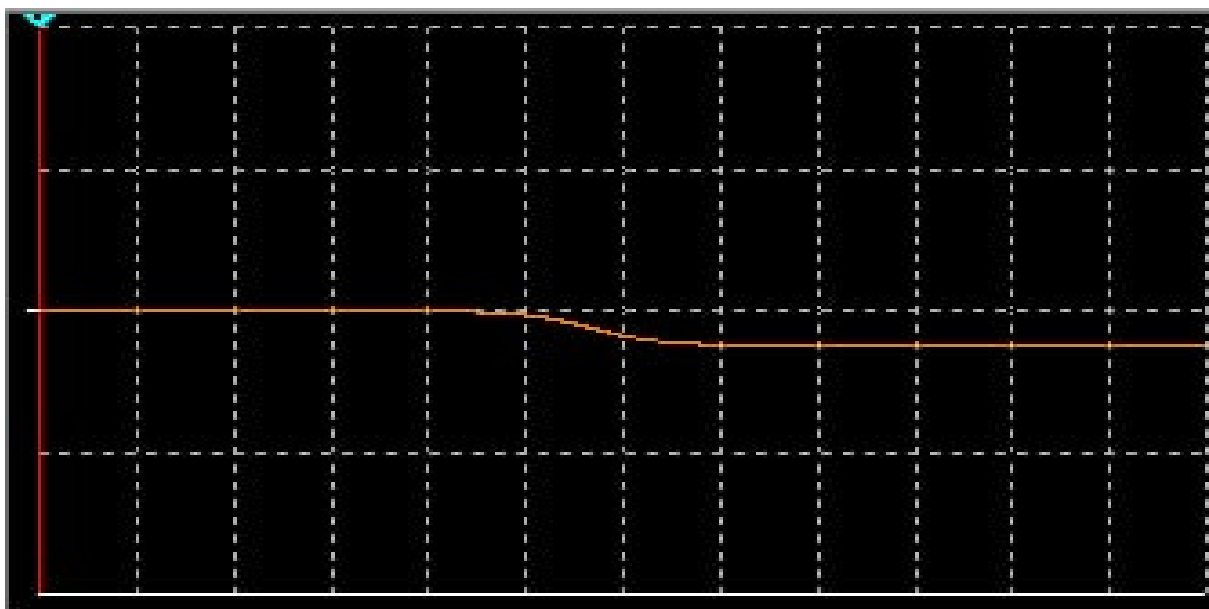
Отримуємо результати: показання осцилографа (рис 3.1.2), боде плотера (рис 3.1.3), фігури лісажу (рис 3.1.4) та покази АЧХ та ФЧХ (рис 3.1.5)

Рис 3.1.2



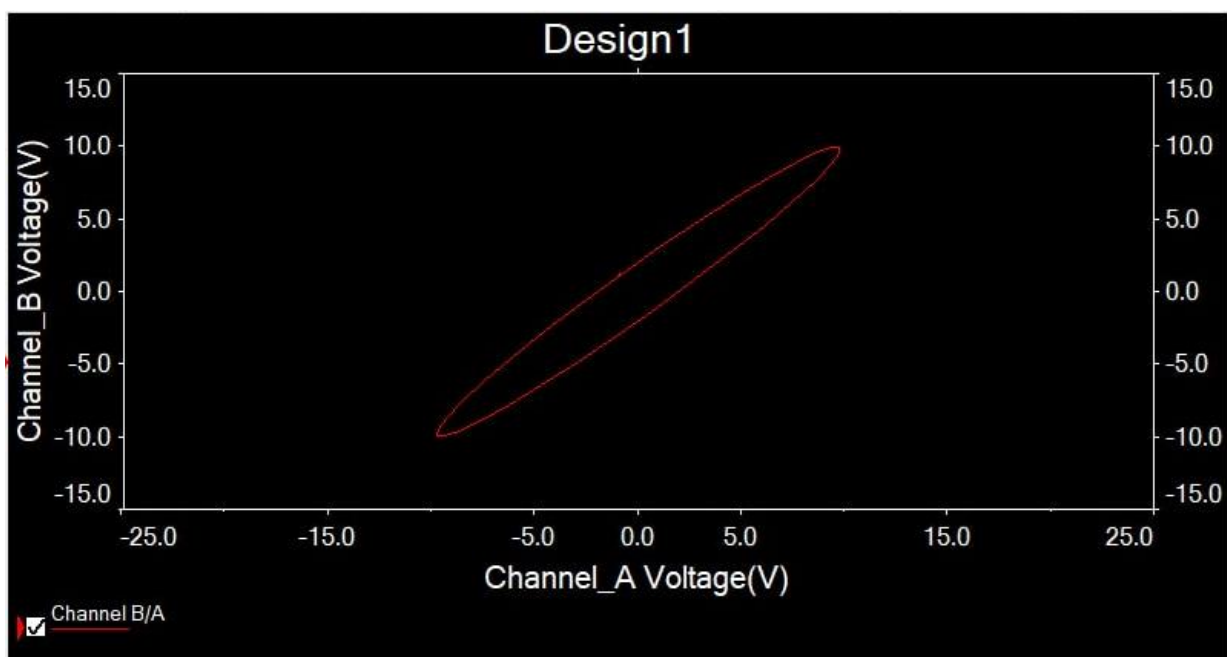
Покази осцилографа

Рис 3.1.3

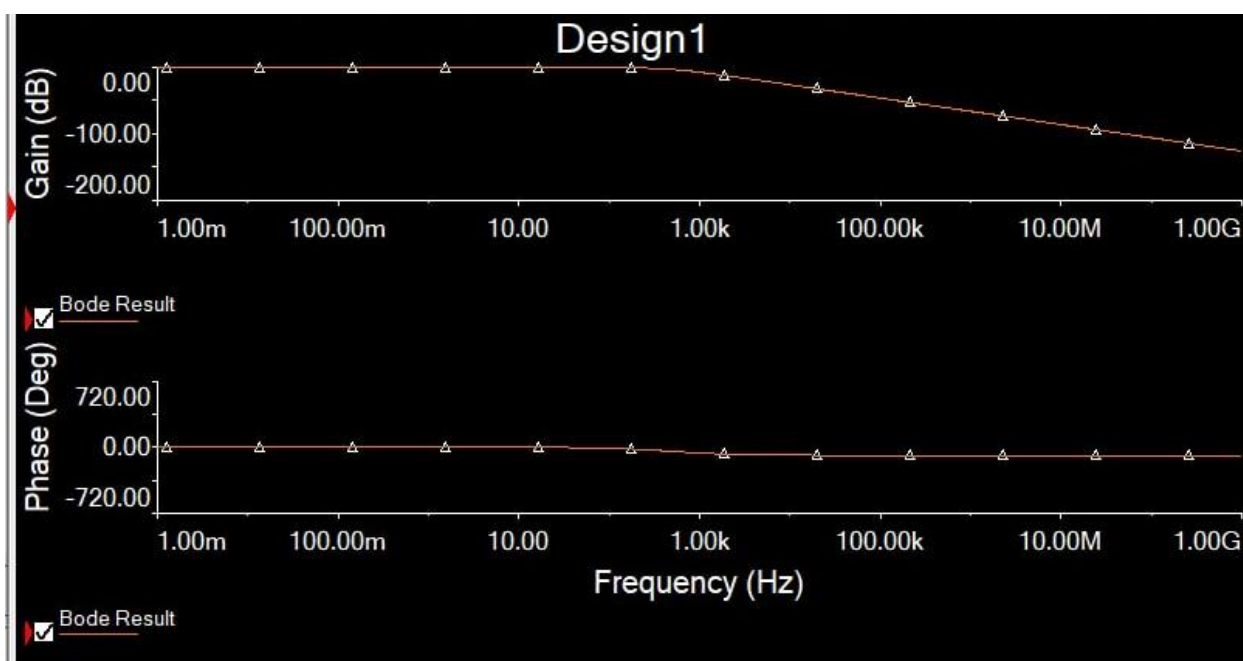


Покази бode плотера





Фігури Лісажу

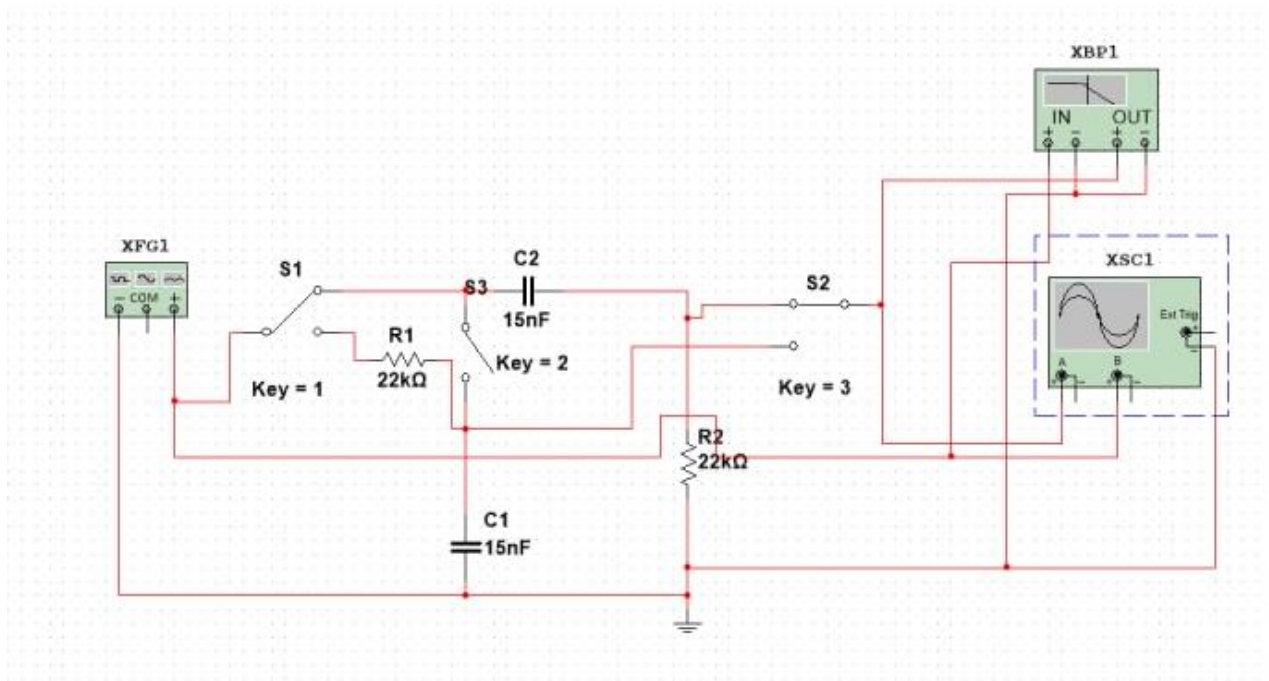


АЧХ і ФЧХ

## 3.2 Фільтр верхніх частот

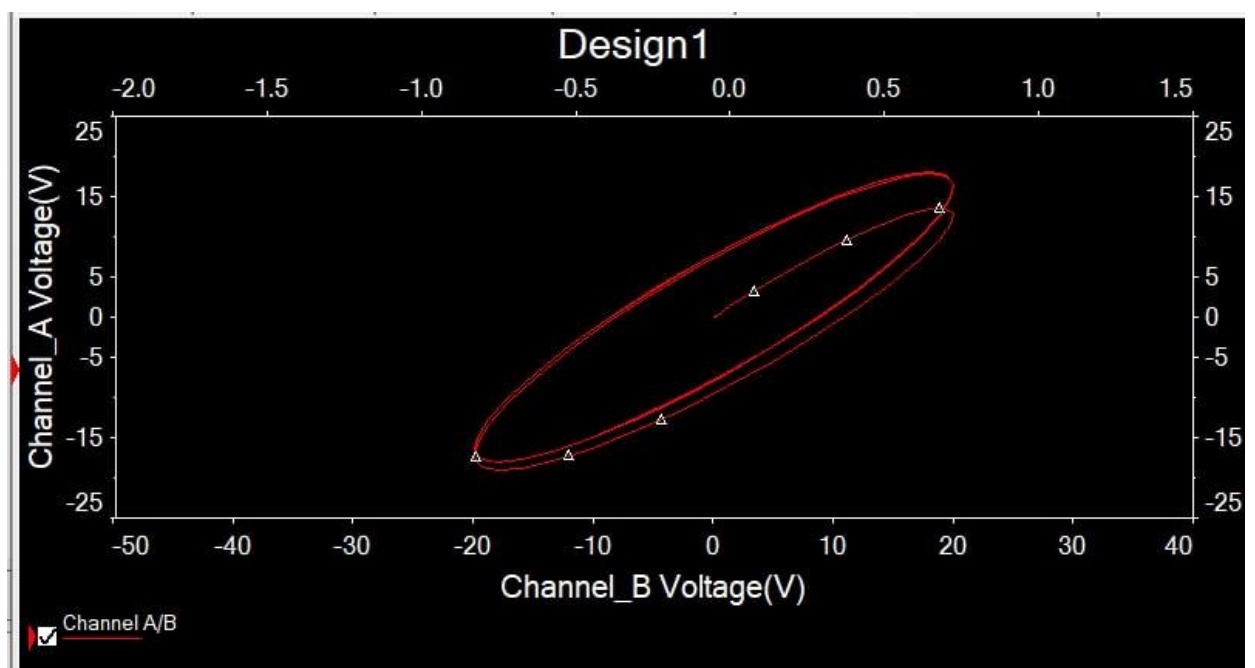
Складаємо схему:

Рис 3.2.1



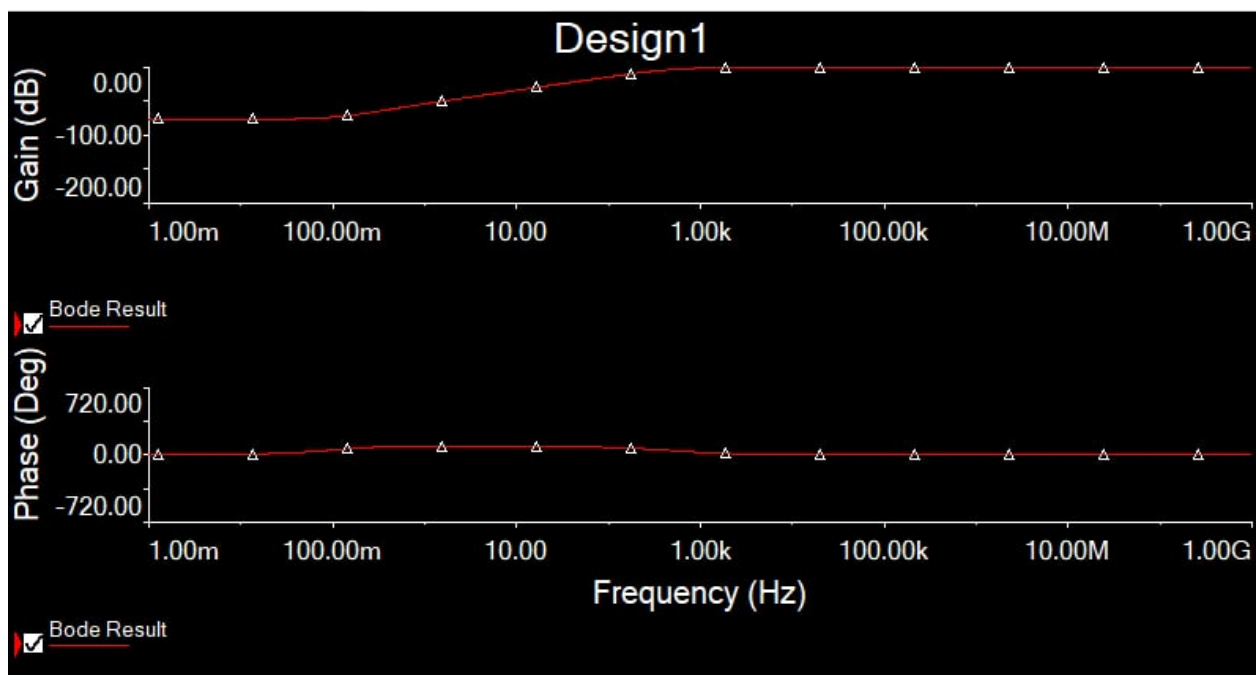
Отримуємо результати: фігури лісажу (рис 3.2.2) та покази АЧХ та ФЧХ (рис 3.2.3)

Рис. 3.2.3



Фігури Лісажу

Рис 3.2.3

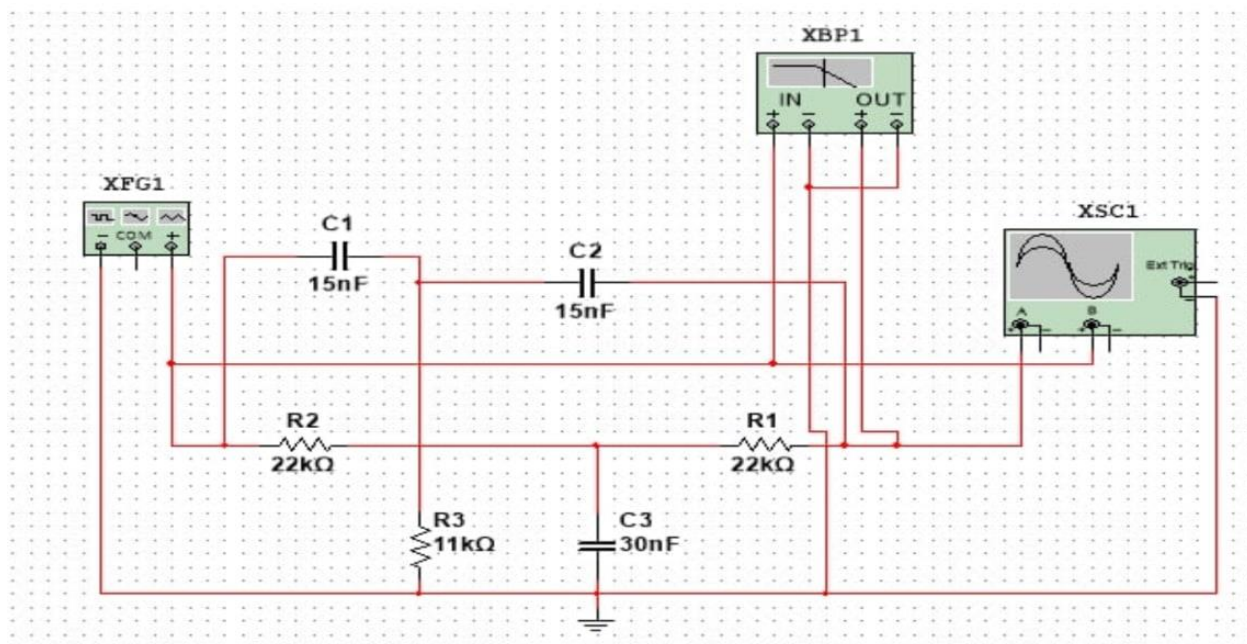


АЧХ і ФЧХ

### 3.3 Смуговий фільтр

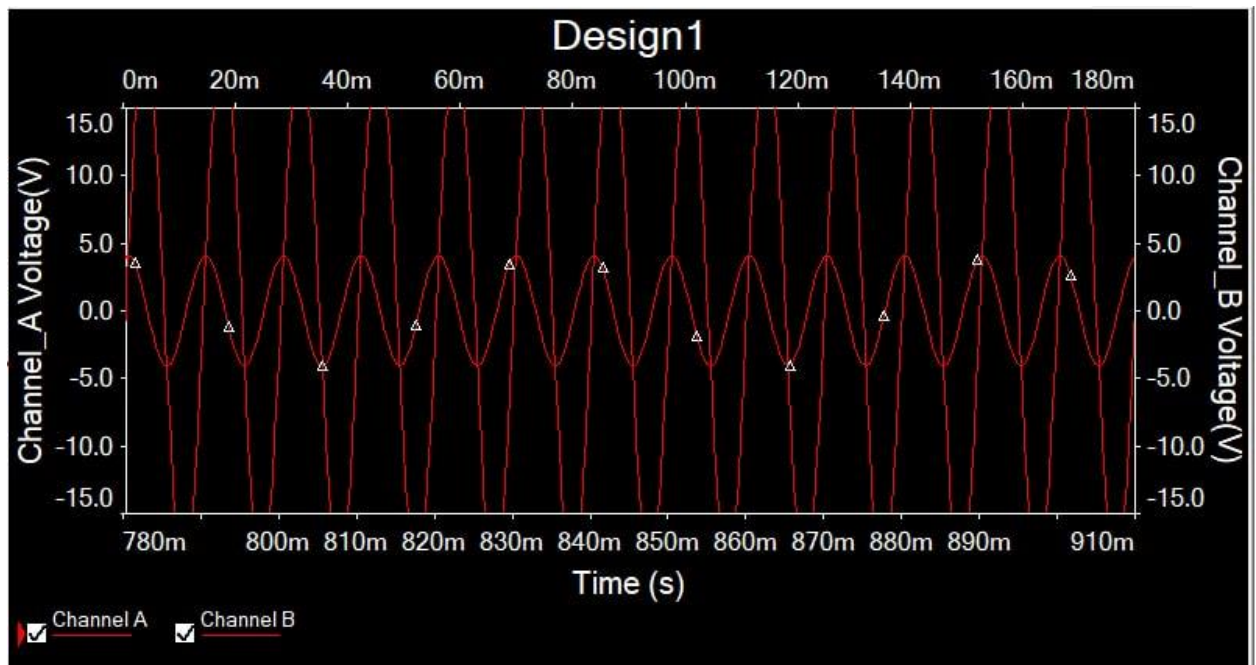
Складаємо схему:

Рис. 3.3.1



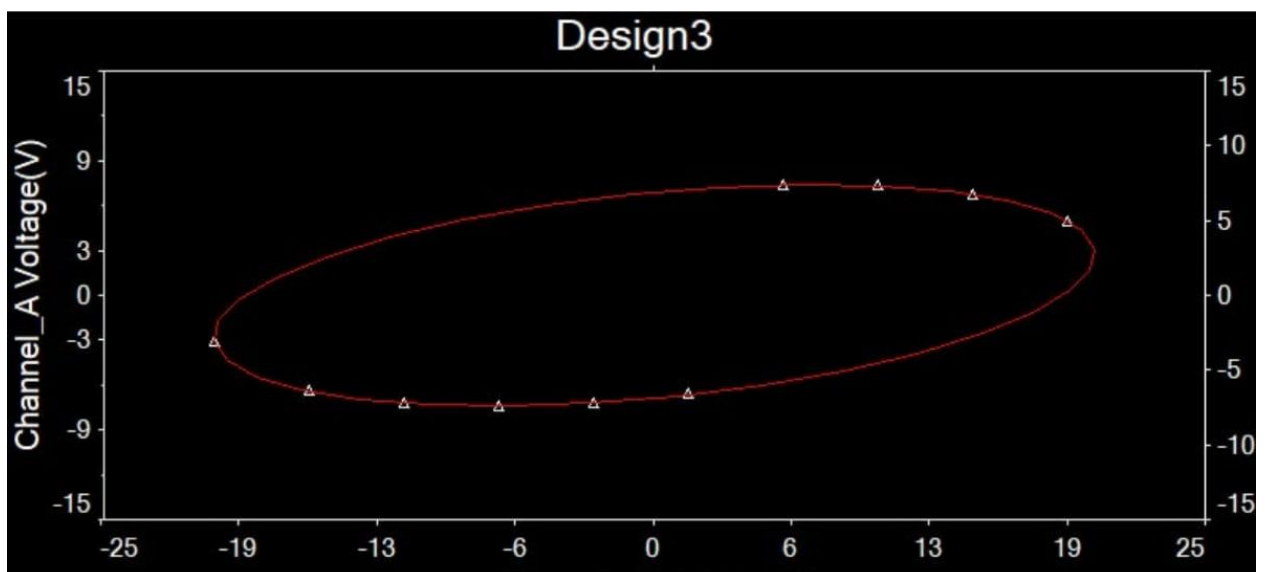
Отримуємо результати: показання осцилографа (рис 3.3.2), фігури лісажу (рис 3.1.3) та покази АЧХ та ФЧХ (рис 3.1.4)

Рис 3.3.2

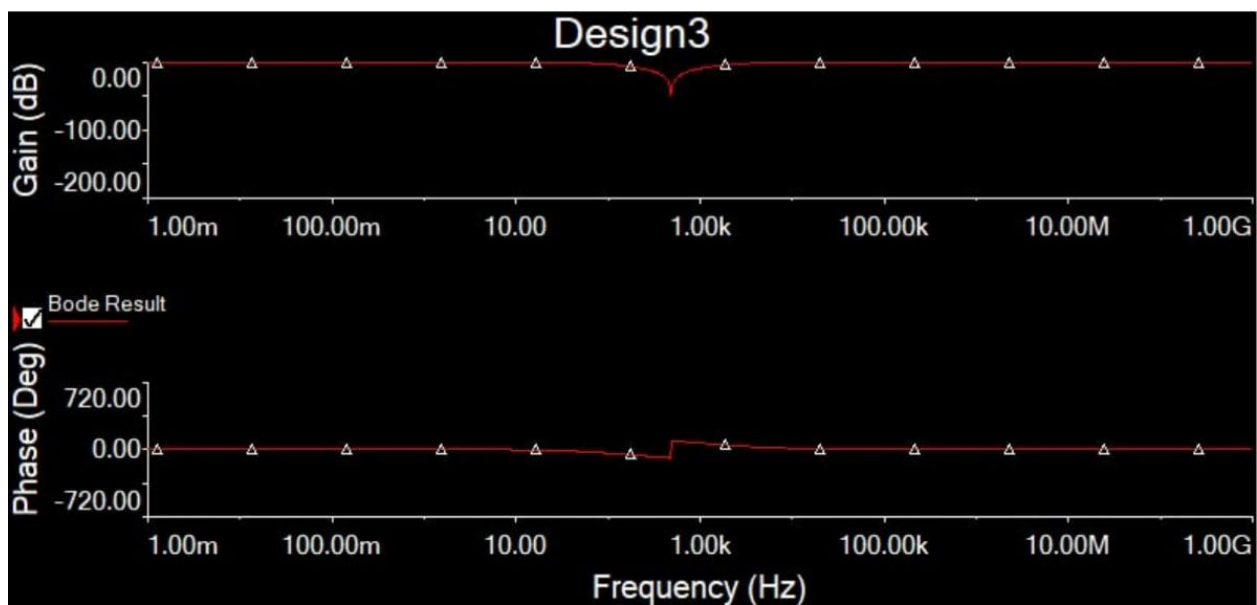


Покази осцилографа

Рис.3.3.3



Фігури Лісажу



АЧХ і ФЧХ

## **Висновок:**

У ході даної лабораторної роботи ми дослідили зміну параметрів гармонічних сигналів та прямокутних імпульсів при їх проходженні через пасивні лінійні чотириполіусники, опанували методи вимірювання амплітудночастотних та фазо-частотних характеристик пасивних RC-фільтрів та їх перехідних характеристик. Ми використовували: 1) метод співставлення, тобто одночасного спостереження вхідного та вихідного сигналів на екрані двоканального осцилографа із наступним вимірюванням і порівнянням їх параметрів та 2) метод фігур Лісажу, який полягає у спостереженні на екрані двоканального осцилографа замкнених кривих, які є результатом накладання двох коливань, що відбуваються у двох взаємно перпендикулярних напрямках (вхідний і вихідний сигнали подаються на пластини горизонтального та вертикального відхилення осцилографа відповідно). Як результат, дослідили і наочно переконалися в принципах роботи ФВЧ, ФНЧ та загороджувального фільтра, спостерігаючи проходження крізь них лише виділеної частини сигналу.

## ДЖЕРЕЛА

1.       Методичні вказівки до практикуму «Основи радіоелектроніки» для студентів фізичного факультету / Упоряд. О.В.Слободянюк, Ю.О.Мягченко, В.М.Кравченко.- К.: Поліграфічний центр «Принт лайн», 2007.- 120 с. 3. Ю.О. Мягченко, Ю.М. Дулич, А.В.Хачатрян
2.       Мягченко Ю.О., Дулич Ю.М., Хачатрян А.В. «Вивчення радіоелектронних схем методом комп'ютерного моделювання»: Методичне видання. – К.: 2006.- 40 с. ISBN 966-594-501-7