

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Фізичний факультет

Лабораторний практикум
ОСНОВИ РАДІОЕЛЕКТРОНИКИ

Пінчук Катерина 2 курс 5Б група
2021 рік

Проходження сигналів через пасивні лінійні чотириполіусники

Мета

Дослідження зміни параметрів гармонічних сигналів при їх проходженні через пасивні лінійні чотириполіусники, опанування методів вимірювання амплітудно-частотних та фазо-частотних характеристик пасивних RC-фільтрів.

Зміст

Проходження сигналів через пасивні лінійні чотириполіусники.....	2
Мета.....	2
Теоретичні відомості	3
Основні терміни	3
Опис приладів.....	3
Розгортка сигналу в часі.....	5
Фігури Лісажу.....	5
Порядок виконання роботи	5
Моделювання фільтру низьких частот.....	5
Моделювання фільтру високих частот.....	6
Моделювання загороджувального фільтру.....	6
Висновок	8

Теоретичні відомості

Основні терміни

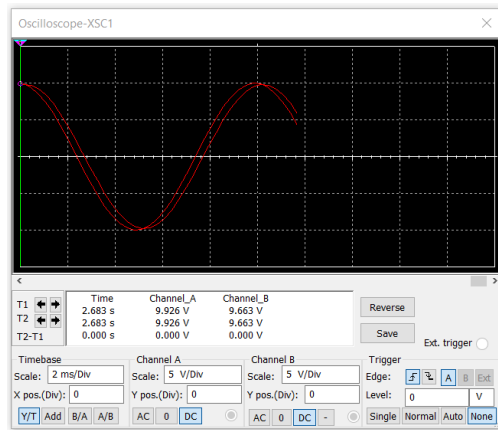
- **Електричний сигнал** - певне значення або зміна з часом електричної напруги на деякому елементі електричного кола чи сили струму, що через нього протікає.
- **Електричний імпульс** – короткочасне відхилення електричної напруги або сили струму від деякого сталого значення.
- **Чотириполюсники** - це електричне коло (ділянка електричного кола) з чотирма полюсами, зажимами, клемами або іншими засобами приєднання до нього інших електричних кіл чи ділянок електричних кіл.
- **Пасивні елементи електричних кіл** - елемент, що функціонує без зовнішніх джерел живлення. Вхідні сигнали передаються на вихід, відтворюючи закон часової залежності, без підсилення. Властивості цих елементів (у більшості випадків) не залежать від полярності прикладеної напруги або напрямку струму, що протікає. До пасивних елементів відносять резистори, конденсатори, індуктивні компоненти, елементи комутації та інші елементи.
- **Пасивний чотириполюсник** – це такий чотириполюсник, який не здатний збільшувати потужність вхідного сигналу за рахунок додавання енергії від якогось іншого джерела енергії (внутрішнього чи зовнішнього по відношенню до чотириполюсника). Потужність, що виділяється в елементі кола, підключеного до виходу такого чотириполюсника, менша за потужність, що споживається від джерела сигналу, підключеного до входу чотириполюсника.
- **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.
- **Лінійний чотириполюсник** – чотириполюсник, для якого залежність між струмами, що течуть через нього, та напругами на його зажимах є лінійною. Такі чотириполюсники складаються з лінійних елементів.
- **Пасивний фільтр** – пасивний чотириполюсник, 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. Фільтри, побудовані на конденсаторах і резисторах, називають RC-фільтрами.

Опис приладів

В даній роботі використовується середовище розробки і моделювання електронних схем NI Multisim 14.2. В роботі змодельовані безпосередньо такі RC-фільтри: фільтр низьких частот, фільтр високих частот, смуговий та загрожу вальний фільтр. Для встановлення характеристик вказаних пасивних чотириполюсників використовуються осцилограф (oscilloscope), генератор сигналів (function generator), для аналізу характеристик в частотній області імітується прилад Bode Plotter.

Осцилограф – в загальному випадку це електронно-променевий прилад, на екрані якого відтворюються графічні зображення електричних сигналів, що дозволяє визначати їх параметри і функціональну залежність між електричними (струм, напруга) і перетвореними в електричні фізичними величинами. (Рис. 1)

Генератор електричних сигналів – це джерело напруги, який може генерувати синусоїдальні, пилковидні і прямокутні імпульси. Можна змінити форму сигналу, його частоту, амплітуду, коефіцієнт заповнення і постійний зсув. (Рис. 2)



XSC1

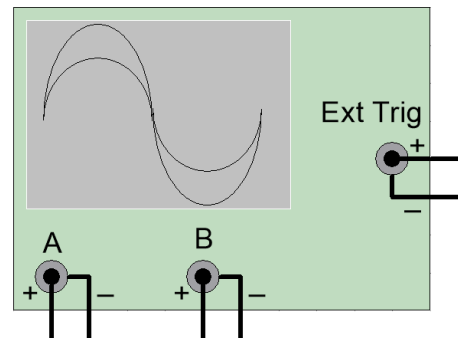
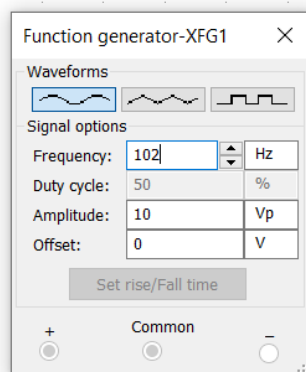


Рис. 1. Осцилограф



XFG1

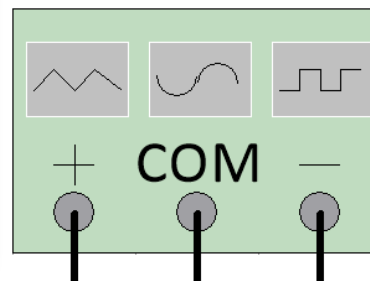


Рис. 2. Генератор сигналів

За допомогою приладу **Бode Plotter** (Рис.3) можна спостерігати відносний фазовий або амплітудний відгук входного і вихідного сигналів, тобто АЧХ чи ФЧХ (режими Magnitude чи Phase відповідно) у вигляді діаграми Боде.

XBP1

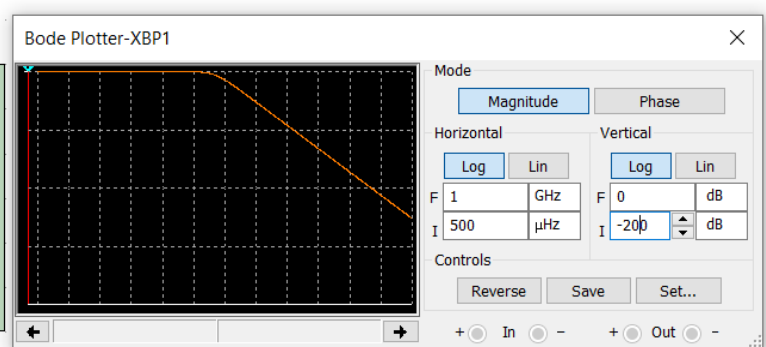
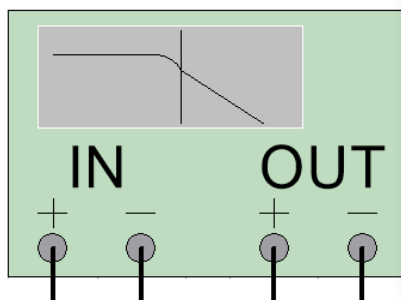


Рис. 3. Bode Plotter

Принципова блок-схема експериментальної установки для вимірювання амплітудно-частотних і фазо-частотних характеристик пасивних RC-фільтрів зображена на Рис. 3.

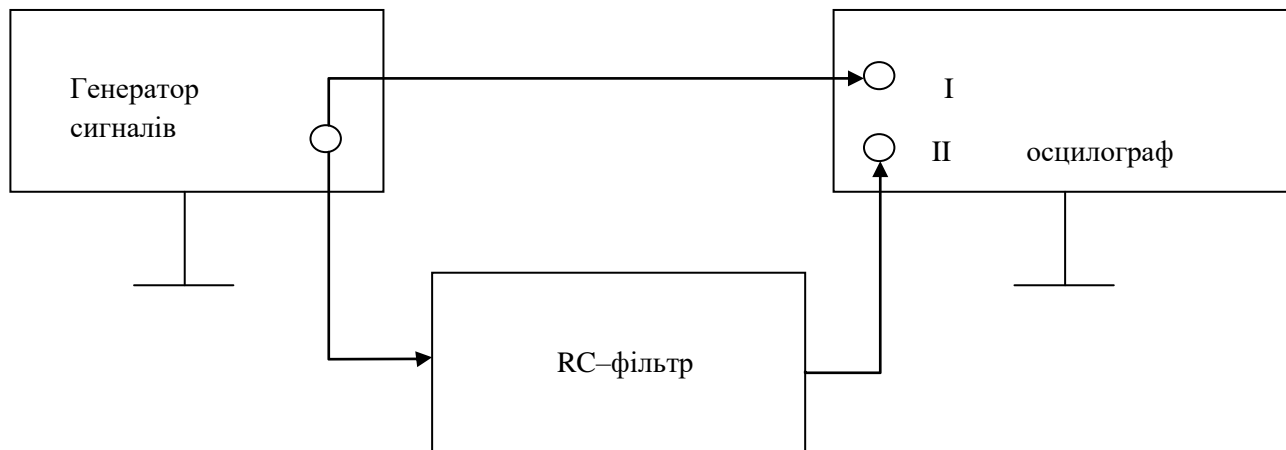


Рис. 3

Розгортка сигналу в часі

Для отримання на екрані осцилографа зображення типу синусоїд, як на Рис. 4, необхідно обрати режим Y/T. Обрахунок необхідних величин виконується шляхом обрахування координатної відстані відповідної величини, з дотриманням встановленого масштабу. Наприклад, різниця фаз дорівнює:

$$\Delta\Phi = \left(\frac{t}{T}\right) \times 360^\circ$$

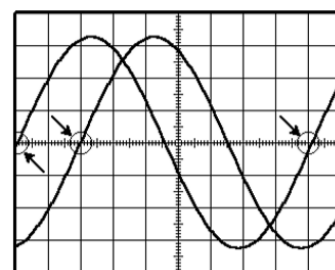


Рис. 4

Фігури Лісажу

Для отримання на екрані осцилографа еліпси (Рис. 5) необхідно встановити режим A/B або B/A. Фазовий зсув оброблюється

$$\Delta\Phi = \arcsin\left(\frac{A}{B}\right)$$

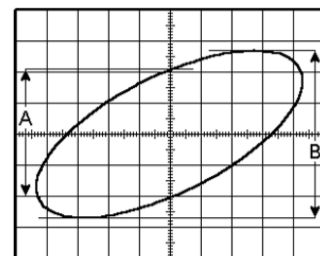


Рис. 5

Порядок виконання роботи

Моделювання фільтру низьких частот

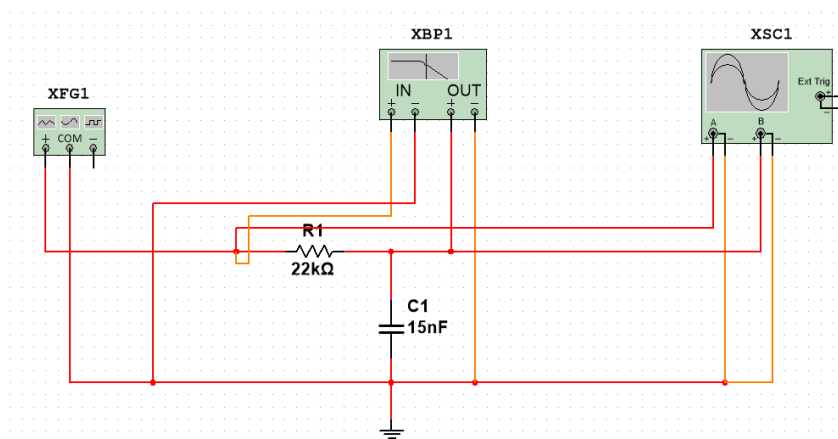


Рис. 6

Схема фнч зображена на Рис. 6, показники осцилографа у режимі розгортки за часом та генератора сигналів вказані на Рис. 1 та Рис. 2 відповідно. Результати від Bode Plotter вказані на Рис. 7. Дані з осцилографа в режимі фігур Лісажу зображені на Рис. 8.

Робоча частота 100 Гц, амплітуда 10 В.

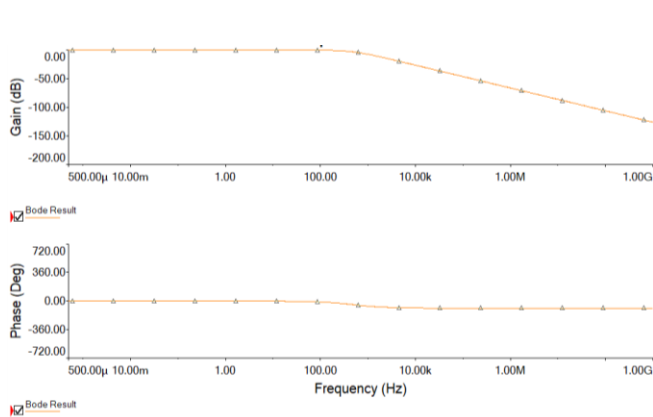


Рис. 7

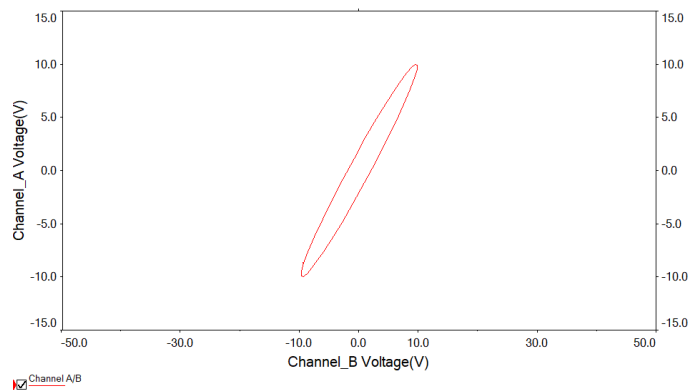


Рис. 8

Моделювання фільтру високих частот

Удосконалену попередню схему вказано на Рис. 9, тепер вона містить два фільтри (високих та низьких частот) які можна перемикати за допомогою ключів.

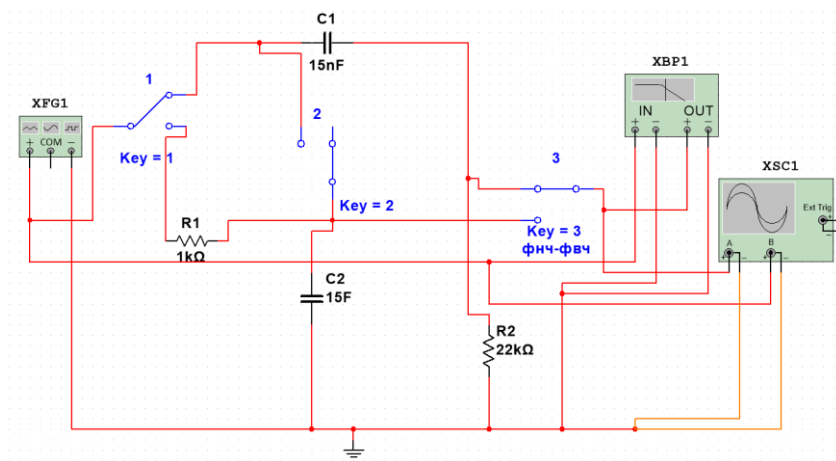


Рис. 9

Робоча частота 1 кГц, амплітуда 10 В.

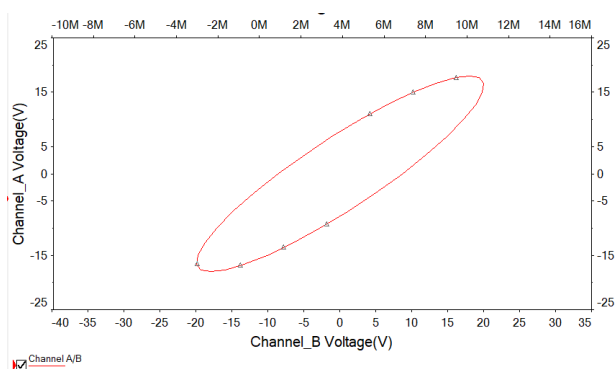


Рис.10. Вигляд фігур Лісажу на виході фвч

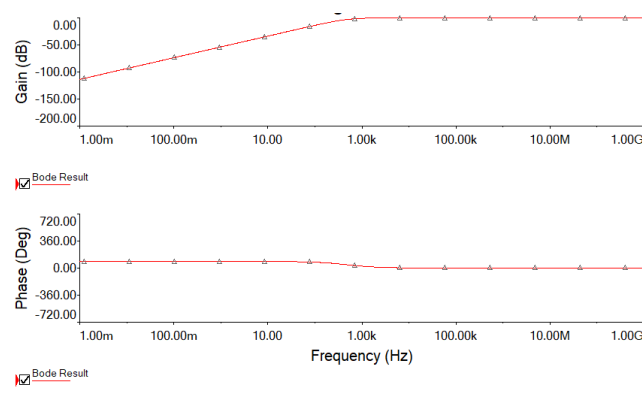


Рис.11. Амплітудно-частотна та фазо-частотна характеристика фвч

Моделювання загороджувального фільтру

Загороджувальний фільтр являє собою паралельне з'єднання фнч та фвч. Схема фільтру, його характеристики та дані осцилографа наведені нижче. низьких частот) які можна перемикати за допомогою ключів.

Робоча частота 1 кГц, амплітуда 10 В.

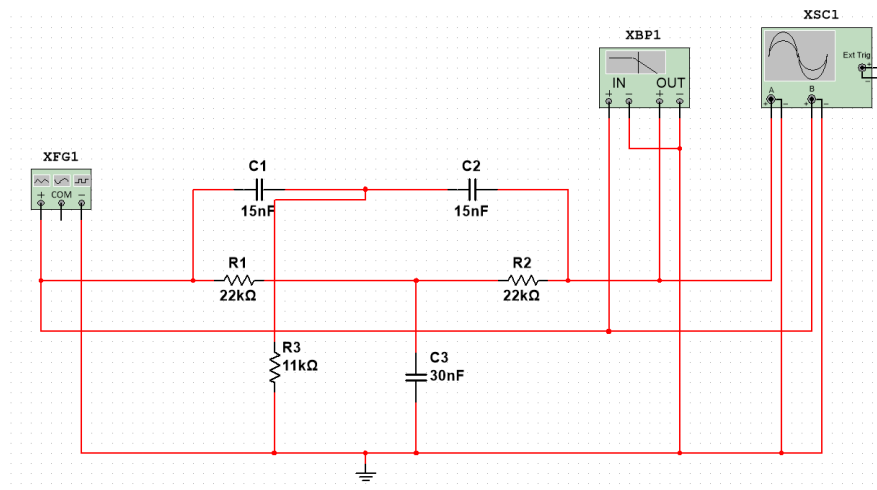


Рис. 12. Схема загороджувального фільтру

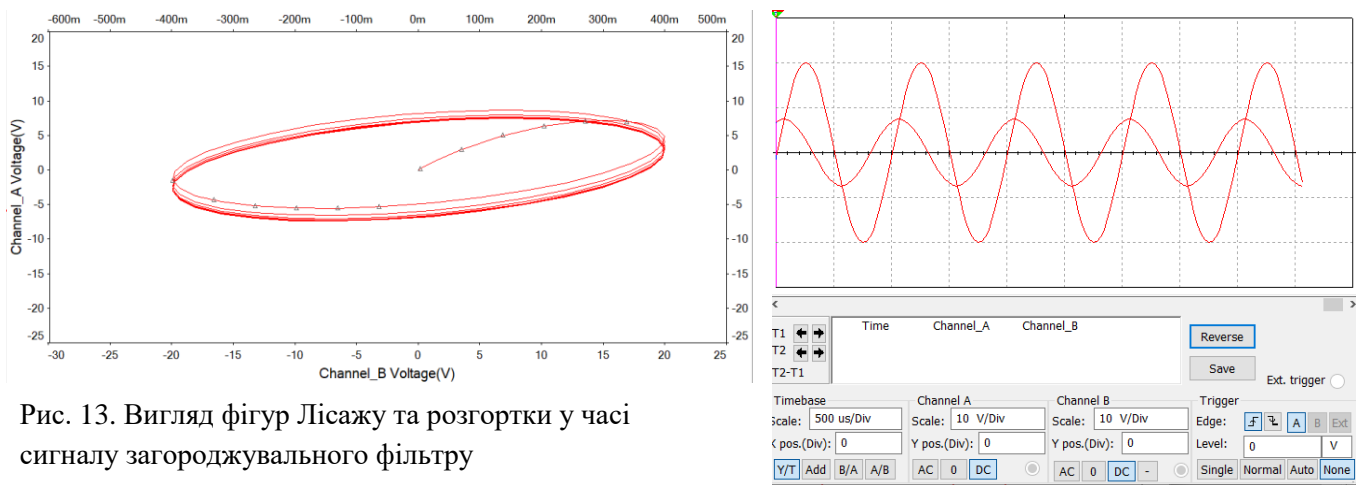


Рис. 13. Вигляд фігур Лісажу та розгортки у часі сигналу загороджувального фільтру

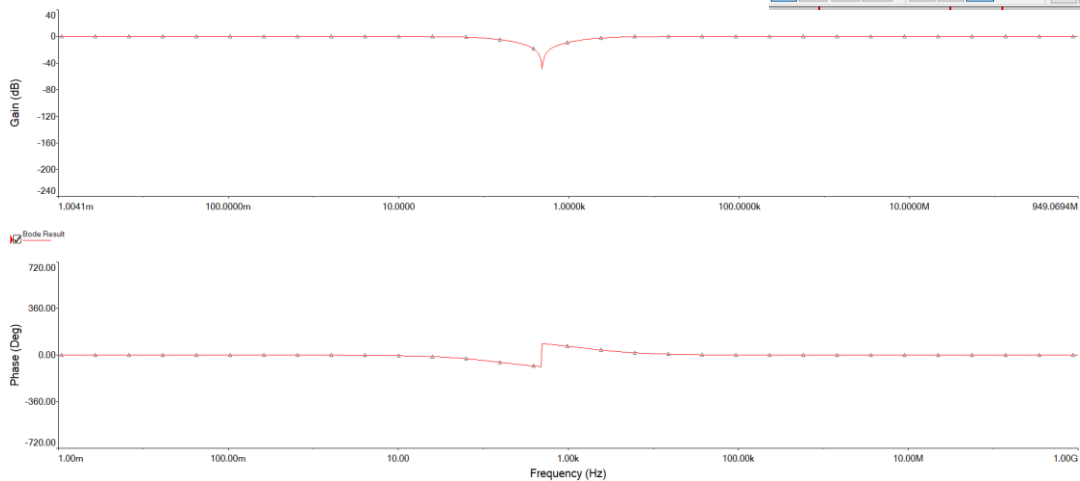


Рис. 14. Амплітудно-частотна та фазо-частотна характеристика загороджувального фільтру

Висновок

В даній роботі було досліджено зміни параметрів гармонічних при їх проходженні через пасивні RC-фільтри. Також було досліджено методи отримання зображення входних та вихідних хвиль на осцилографі, а саме: зображення хвиль у розгортці по часу та у вигляді фігур Лісажу. Амплітудно-частотна характеристика ланцюга показує залежність рівня сигналу на виході цього пристрою від частоти сигналу, що передається при постійній амплітуді синусоїдального сигналу на вході цього пристрою. Фазо-частотна характеристика - це залежність зсуву по фазі між синусоїдальними сигналами на вході і виході пристрою від частоти входного коливання. В даній роботі було змодельовані ФЧХ та АЧХ трьох типів RC-фільтрів: низькочастотного, високочастотного та загороджувального. З Рис. 7 для змодельованого фнч видно, що даний фільтр глушить частоти, що вищі за 5кГц. З Рис. 11 для змодельованого фвч видно, що даний фільтр пропускає частоти, що вищі за 1кГц. З Рис. 14 для змодельованого загороджувального фільтру видно, що даний фільтр глушить частоти в діапазоні від 330 Гц до 1 кГц.