

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені
ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Моделювання пасивних РС фільтрів

Виконала: Бабур В.М.
Студентка 5-Б групи

Київ. КНУ ім. Т. Шевченка, 2021

ББК 73Ц

I-72

Укладачі: В. М. Бабур

I-72 Моделювання пасивних RC фільтрів./ укл. В. М. Бабур.

– К. : КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 11 с. (Укр. мов.)

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

УДК 001.008 (002.21)

ББК 73Ц

© Київський Національний
Університет імені Тараса Шевченка,
2021

Зміст

1. Вступ.	4
2. Теоретичні відомості.	5
3. Практична частина.	6
4. Відповіді на контрольні питання.	7
Висновки.	10
Використана література.	11

1. Вступ

Предмет дослідження – теоретичні основи, принципи роботи, фізичний зміст і застосування пасивних RC-фільтрів.

Методи дослідження – 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).

Мета роботи – дослідити зміну параметрів гармонічних сигналів та прямокутних імпульсів при їх 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 RC фільтри: ФНЧ, ФВЧ, смуговий та загороджувальний.

2.Теоретичні відомості

- **Чотириполюсник** (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.
- **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).
- **Активний чотириполюсник** дозволяє збільшувати потужність вихідного сигналу порівняно з потужністю вхідного сигналу за рахунок внутрішніх або зовнішніх джерел енергії.
- **Лінійний чотириполюсник** – це такий, для якого залежність між струмами, що течуть через нього, та напругами на його зажимах є лінійною. Такі чотириполюсники 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.
- **Пасивний фільтр** – це 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.

Центральним питанням при вивченні, розробці та застосуванні чотириполіусників є зв'язок між електричним сигналом (напругою, струмом) на виході чотириполіусника та електричним сигналом на його вході. Коли обирають лінійні чотириполіусники, то виходять зазвичай з однієї із двох потреб: неспотвореної передачі форми сигналу або цілеспрямованого перетворення форми сигналу. Для лінійних чотириполіусників задача відшукування такого зв'язку значно спрощується саме завдяки лінійності рівнянь, що описують цей зв'язок, оскільки для лінійних рівнянь сума будь-яких двох розв'язків рівняння також є розв'язком цього рівняння.

3.Практична частина

Усі потрібні дані (фігури Лісажу, АЧХ, ФЧХ), параметри та змодельовані схеми наявні у файлах '№2.1', '№2.2' та '№2.3'.

4.Відповіді на контрольні питання

- 1) Що таке чотириполюсник? У чому полягає відмінність лінійного чотириполюсника від нелінійного? Активного від пасивного?

Див. '2.Теоретичні відомості'

- 2) Назвіть види стандартних сигналів, суперпозицією яких можна представити будь-який періодичний сигнал.

З математичного аналізу відомо, що будь-який періодичний сигнал можна представити у вигляді тригонометричного ряду Фур'є:

$$S(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t)$$

де

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

T — період періодичного сигналу, що розкладається.

$$a_n = \frac{2}{T} \int_T S(t) \cos n\omega t \cdot dt, \quad b_n = \frac{2}{T} \int_T S(t) \sin n\omega t \cdot dt$$

- 3) Поясніть відмінність між частотною, імпульсною та перехідною характеристиками чотириполюсника. Як вони пов'язані між собою?

З теоретичної та інформативної точок зору всі три способи опису властивостей чотириполюсника рівноправні і, маючи одну з характеристик, можна однозначно перейти до іншої. Частотна характеристика є Фур'є-образом імпульсної характеристики і навпаки:

$$g(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{K}(\omega) e^{i\omega t} d\omega, \quad \tilde{K}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) e^{-i\omega t} dt$$

Імпульсна характеристика $g(t)$ є першою похідною від перехідної $h(t)$, а перехідна — інтегралом імпульсної.

$$h(t) = \int_0^t g(t') dt', \quad h(t) = 0 \text{ при } t < 0$$

Застосування тієї чи іншої характеристики зумовлено лише зручністю їх експериментального одержання та використання.

4) Що називається спектром сигналу? Для яких сигналів спектр буде дискретним, а для яких неперервним?

Спектр сигналу — це сукупність значень амплітуд усіх гармонічних складових для усіх циклічних частот або сукупність значень амплітуд усіх гармонічних складових для усіх циклічних частот. Якщо множина частот гармонічних коливань, на які розкладено сигнал, дискретна, то і спектр дискретний/якщо множина частот неперервна, то і спектр неперервний, тобто: дискретний при

$$S(t) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos(\omega_n t + \Phi_n)$$

та неперервний при

$$S(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} F(\omega) \cos(\omega t + \Phi(\omega)) d\omega$$

5) Які пасивні чотириполіусники називаються фільтрами електричних сигналів? Що таке АЧХ і ФЧХ фільтрів?

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

Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) — залежність відношення модулів амплітуд вихідного і вхідного гармонічних сигналів від їх частоти, яка є не чим іншим як залежністю модуля коефіцієнта передачі від частоти.

Фазо-частотна характеристика (ФЧХ) — залежність аргумента комплексного коефіцієнта передачі від частоти, тобто різниці фаз між вихідним і вхідним гармонічними сигналами на частоті.

7) Яким чином при одночасному спостереженні на екрані двоканального осцилографа осцилограм вхідного і вихідного сигналів деякого фільтра можна визначити його тип (фільтр НЧ чи ВЧ)?

На виході відповідного фільтра синусоїда напруги зміщена вправо, якщо це фільтр нижніх частот, для верхніх — навпаки.

8) Яким чином за допомогою методу фігур Лісажу можна виміряти АЧХ і ФЧХ фільтрів?

Якщо в режимі X-Y на канал I осцилографа (відповідає відхиленню вздовж осі X) подати вхідний гармонічний сигнал певної частоти $U_{\text{вх}}(t)$, а на канал II (відповідає відхиленню вздовж осі Y) сигнал з виходу фільтра $U_{\text{вих}}(t)$, то на екрані осцилографа отримаємо еліпс, за допомогою якого

можна визначити коефіцієнт передачі K і зсув фаз Φ для певної частоти гармонічного сигналу.

Висновки

У ході даної роботи, використовуючи:

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

було досліджено зміну параметрів гармонічних сигналів та прямокутних імпульсів при їх проходженні через пасивні лінійні чотириполюсники. Також було опановано методи вимірювання амплітудно-частотних та фазо-частотних характеристик пасивних RC-фільтрів та їх перехідних характеристик.

Використана література

1. Методичні вказівки до практикуму «Основи радіоелектроніки» для студентів фізичного факультету / Упоряд. О.В.Слободянюк,
2. Ю.О.Мягченко, В.М.Кравченко.- К.: Поліграфічний центр «Принт лайн», 2007.- 120 с.
3. Ю.О. Мягченко, Ю.М. Дулич, А.В.Хачатрян “Вивчення радіоелектронних схем методом комп’ютерного моделювання” : Методичне видання. – К.: 2006.- с.
- 4.https://kpfu.ru/staff_files/F1700343876/SPEKTRY_02.01.15.pdf