

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА

ЗВІТ

Моделювання пасивних RC-фільтрів

Київ. КНУ ім. Т. Шевченка, 2021

УДК 053.08 (002.21)

ББК 73Ц

I-72

Укладачі: М.В. Цисін.

I-72 Звіт. Моделювання пасивних RC-фільтрів./ укл. М.В. Цисін. –К. :КНУ ім. Т.Шевченка, 2021. – 15 с. (Укр. мов.)

Наведено звіт виконання роботи з моделювання електронних схем у програмі LTspice™.

УДК 053.08 (002.21)

ББК 73Ц

©Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка, 2021

Звіт

Звіт. Моделювання пасивних RC-фільтрів: 21 с.

Мета роботи – дослідити зміну параметрів гармонічних сигналів та прямокутних імпульсів при їх проходженні через пасивні лінійні чотириполіусники, 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

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
- 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)

Зміст

Теоретичні відомості	- 5 -
Виконання роботи.	- 7 -
Фільтр нижніх частот.....	- 7 -
Фільтр верхніх частот.	- 10 -
Смуговий фільтр	- 12 -
Загороджувальний фільтр.....	- 13 -
Висновки.....	- 15 -
Джерела.....	- 15 -

Теоретичні відомості

Чотириполіусник — це електричне коло (ділянка електричного кола) з чотирма полюсами, зажимами, клемами або іншими засобами приєднання до нього інших електричних кіл чи ділянок електричних кіл.

У чотириполіусниках звичайно розрізняють дві пари зажимів:

- вхідні, що утворюють вхід чотириполіусника і призначені для приєднання до чотириполіусника джерела вхідного електричного сигналу
- 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.

Активний чотириполіусник дозволяє збільшувати потужність вихідного сигналу порівняно з потужністю вхідного сигналу за рахунок внутрішніх або зовнішніх джерел енергії. Має містити активний елемент.

Лінійний чотириполіусник — це такий, для якого залежність між струмами, що течуть крізь 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. На виході лінійних чотириполіусників, на відміну від нелінійних, не можуть утворюватися гармоніки (і т. д.) сигналу частоти, 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

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. Фільтри, побудовані на конденсаторах і резисторах, називають RC-фільтрами

Методи характеристик. Центральним питанням при вивченні 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
- 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. Будь-які конкретні сигнали серед різноманіття можливих вхідних сигналів можна подати у вигляді лінійної комбінації деяких наперед заданих стандартних сигналів певної величини, для кожного з яких наперед відомо (з експерименту або з розрахунків), яким буде відповідний вихідний електричний сигнал (так званий відгук) чотириполюсника

Відомі три способи опису властивостей чотириполюсників, які відповідають трьом виборам стандартних сигналів:

- у вигляді гармонічних сигналів
- у вигляді коротких імпульсів
- у вигляді сходинок

Найчастіше вхідний сигнал подають у вигляді ряду або інтегралу Фур'є

Метод співставлення. Цей метод полягає в одночасному спостереженні вхідного та вихідного сигналів на екрані двоканального осцилографа із наступним вимірюванням і порівнянням їх параметрів.

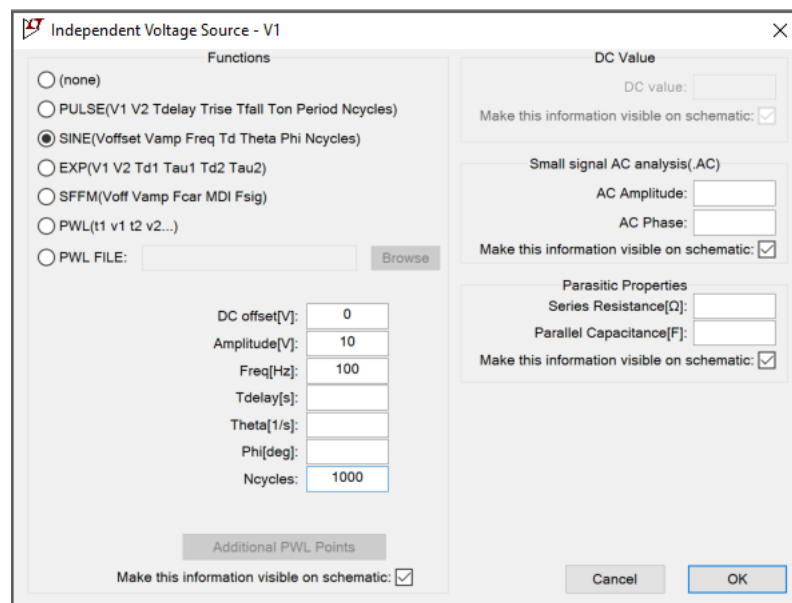
Метод фігур Лісажу. Цей метод полягає у спостереженні на екрані двоканального осцилографа замкнених кривих, які є результатом накладання двох коливань, що відбуваються у двох взаємно перпендикулярних напрямках (вхідний і вихідний сигнали подаються на пластини горизонтального та вертикального відхилення осцилографа відповідно)

Виконання роботи.

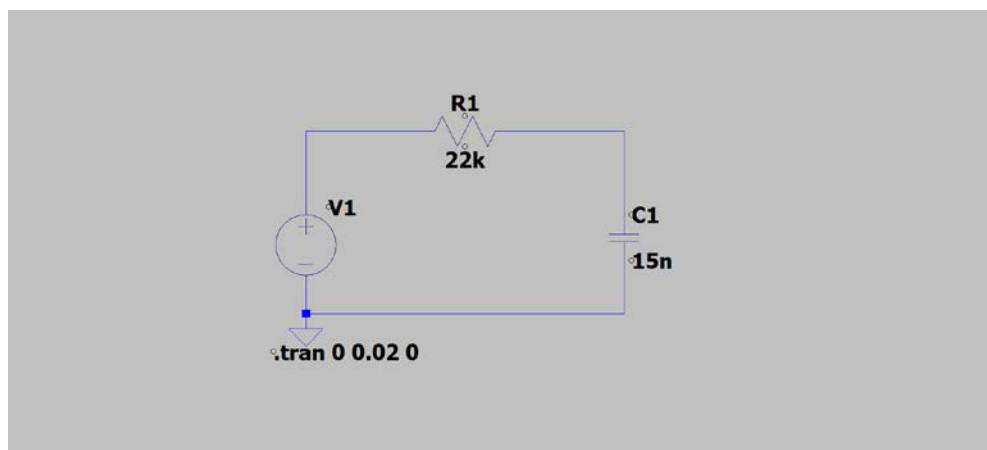
Для дослідження поведінки фільтра нам знадобиться генератор синусоїдальної напруги. В програмі налаштовуємо параметри джерела. Перший рисунок для кожного типу фільтра відповідає налаштуванням використаним в процесі моделювання. Також для кожного типу фільтра наведено досліджувану схему, графік залежності напруги на вході та виході від часу, фазова характеристика (фігури Лісажу) та амплітудно-частотні та фазово-частотні характеристики схеми. Також вся необхідна інформація про параметри схеми є на відповідних рисунках.

Фільтр нижніх частот.

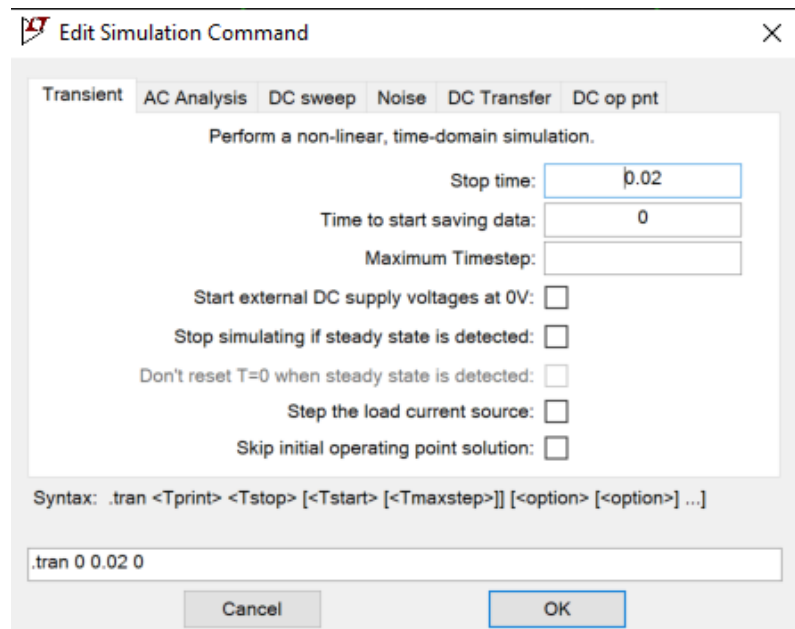
У першому випадку розглянемо трішки інтерфейс нашої програми. Нижче показано налаштування джерела напруги.



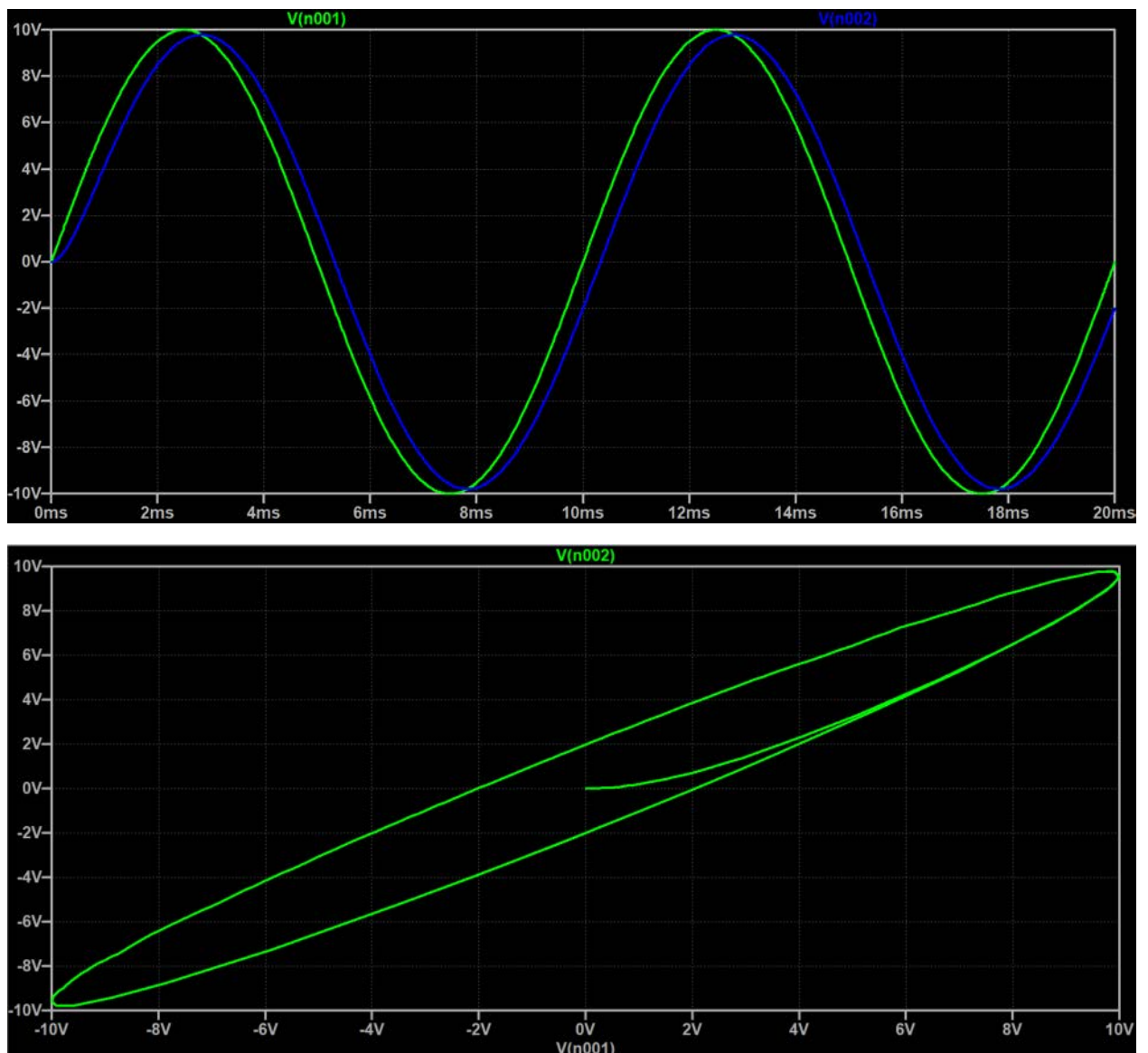
Далі малюємо схему:



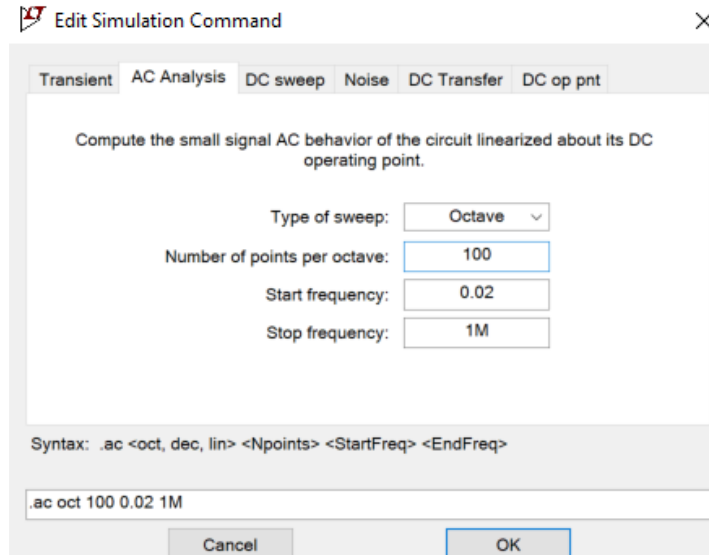
Після цього конфігуруємо режим моделювання:



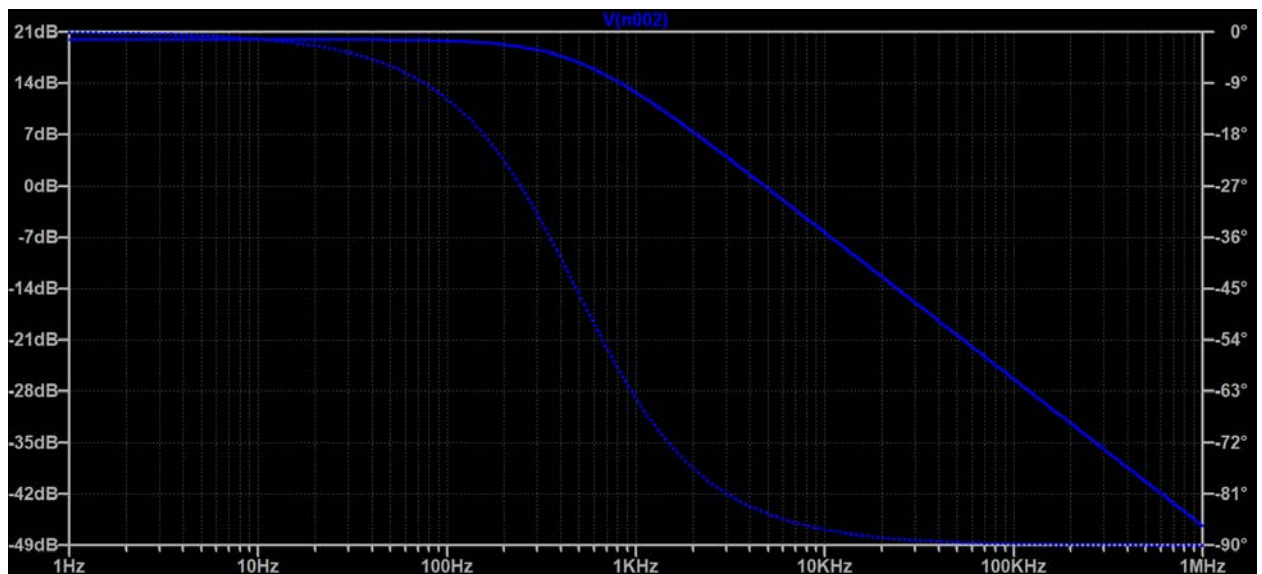
Як результат отримаємо шукані залежності:



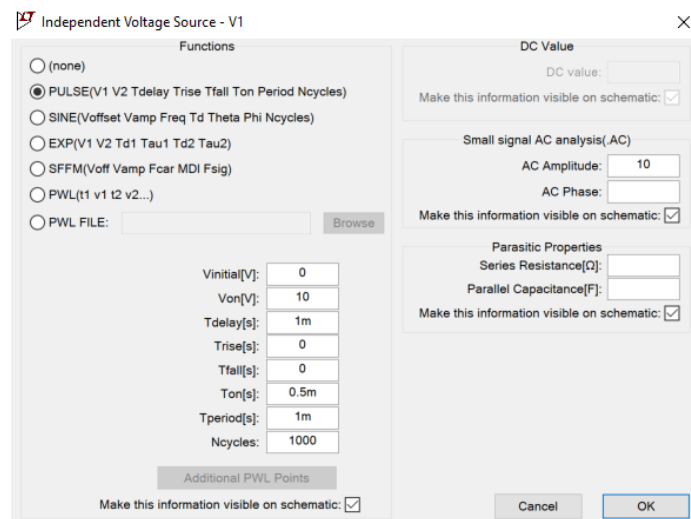
Для побудови амплітудно-частотної характеристики змінимо режим моделювання:

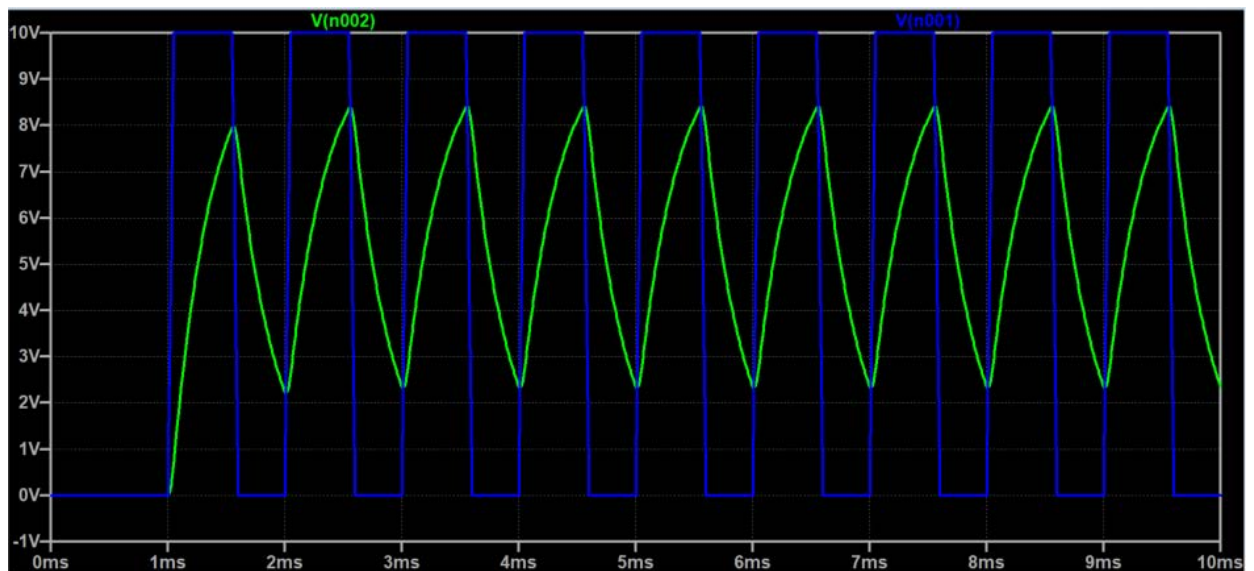


Отримуємо результат



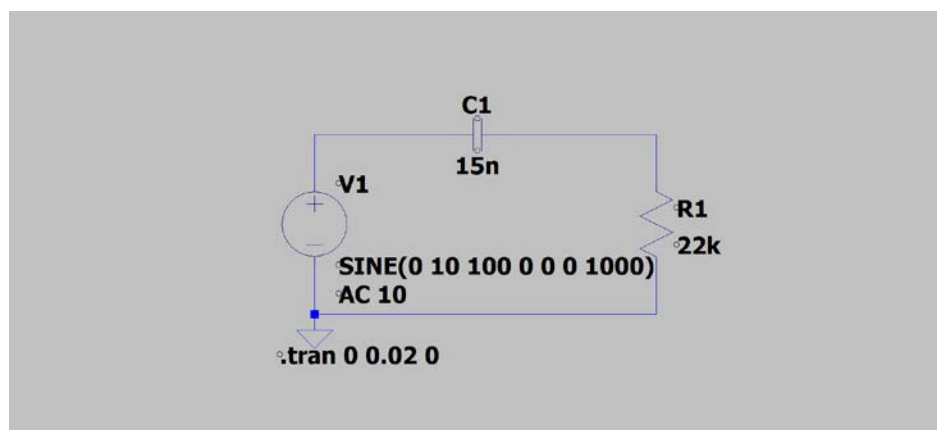
Після зміни режиму генератора отримаємо залежність для прямокутних імпульсів:



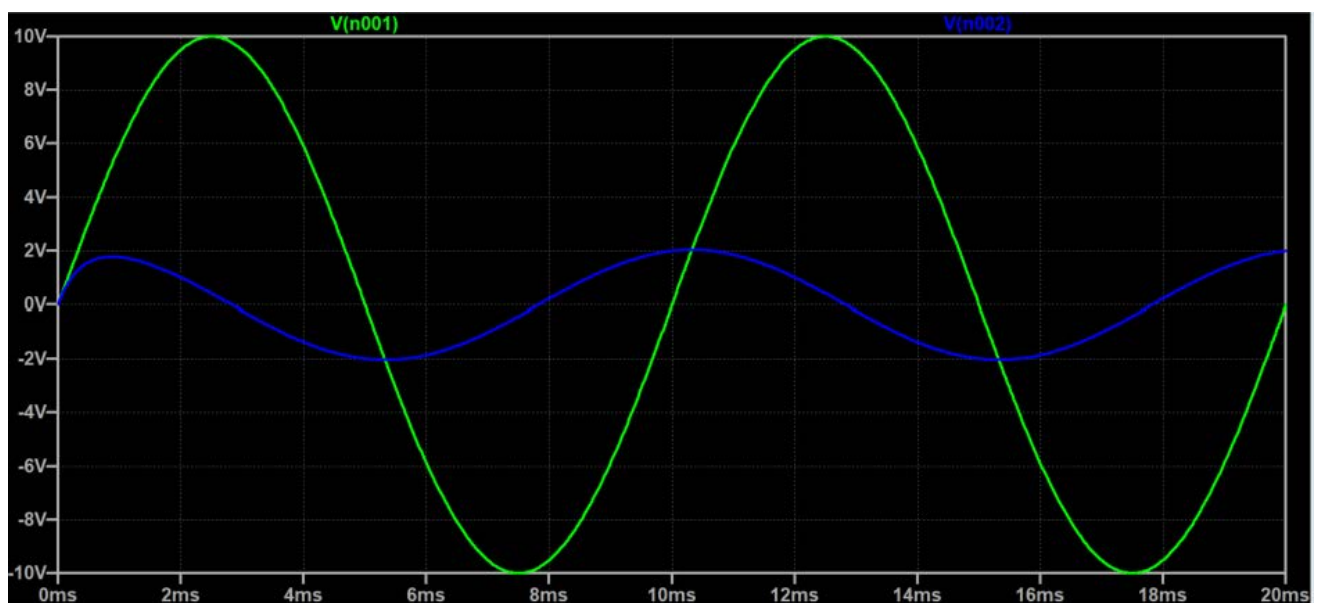


Фільтр верхніх частот.

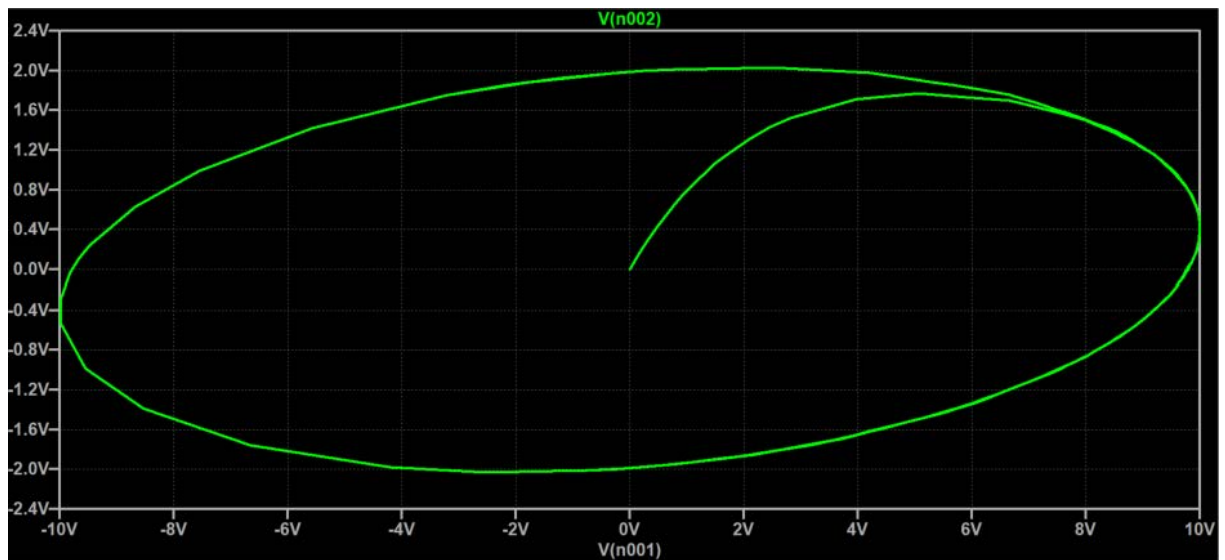
Налаштування джерела для всіх пунктів будуть однаковими. Схема виглядає так:



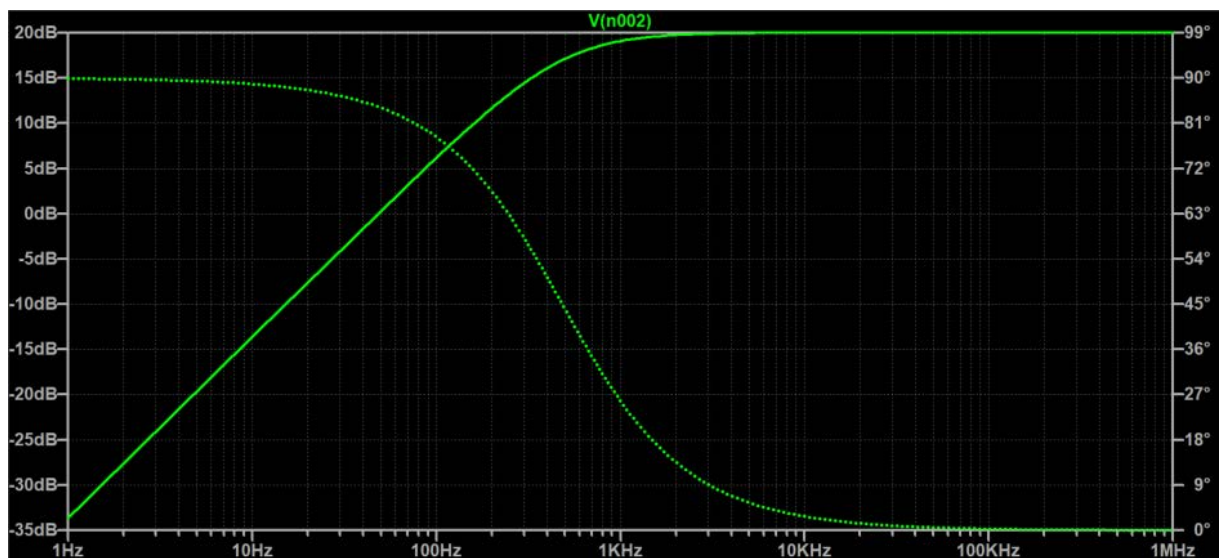
Для цього варіанту результат такий:



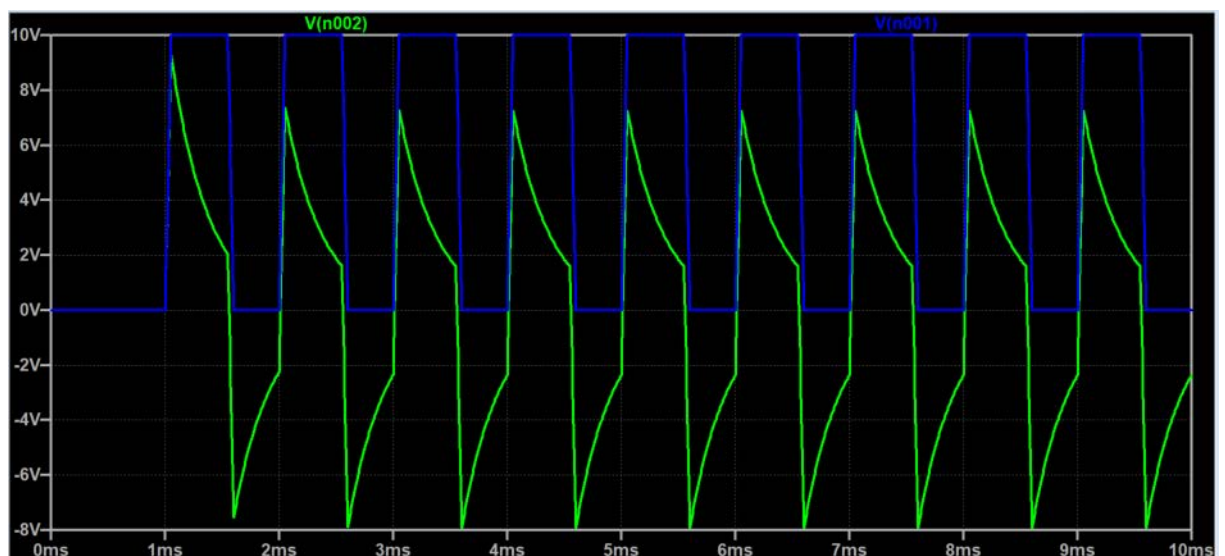
Фігури Лісажу:



АЧХ:

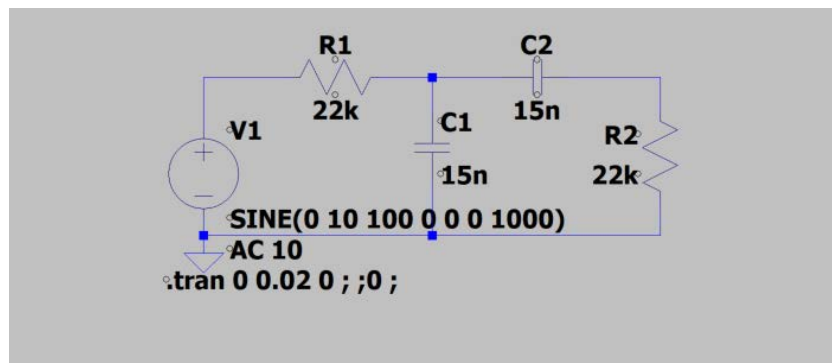


Для прямокутних імпульсів:

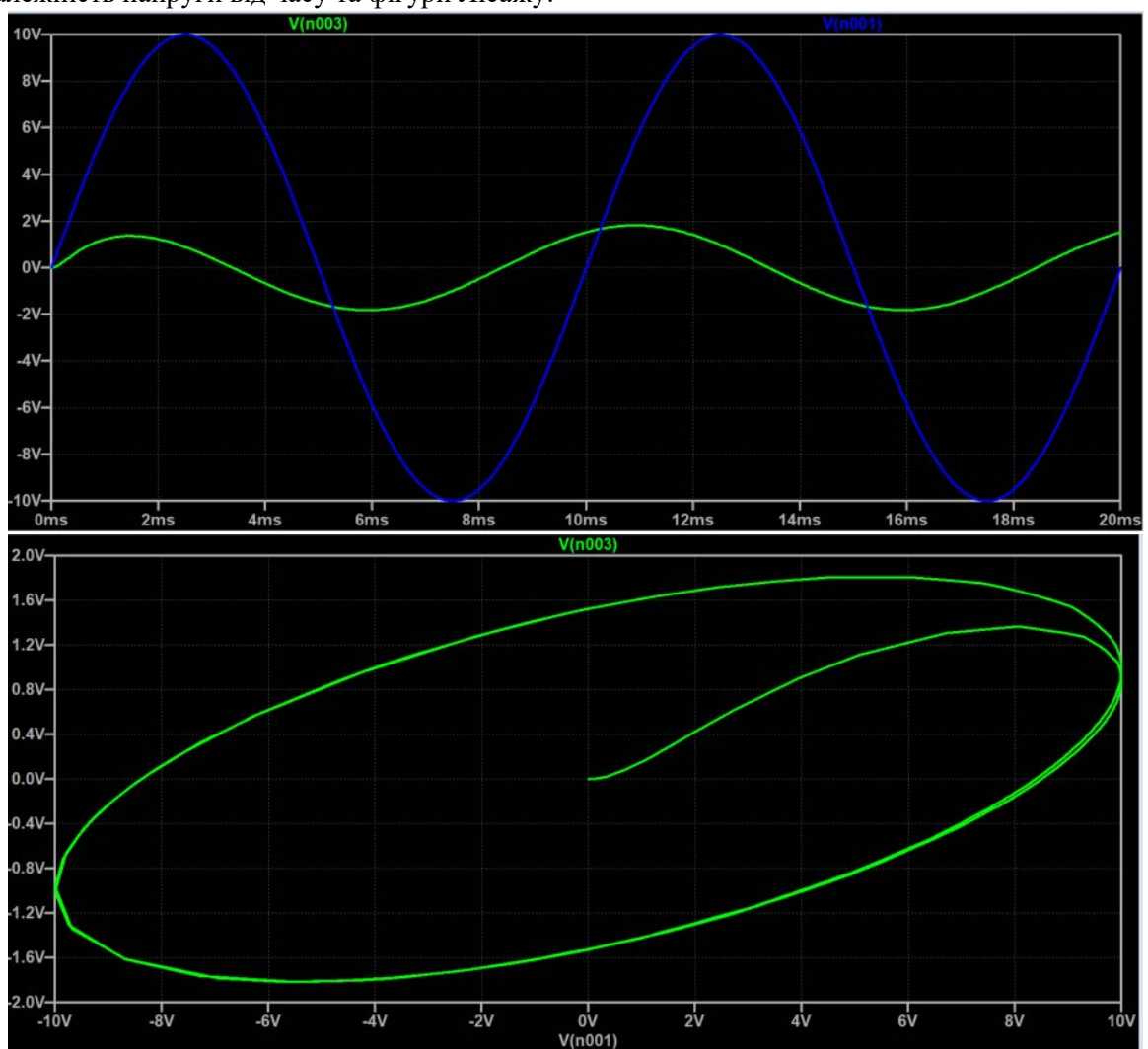


Смуговий фільтр

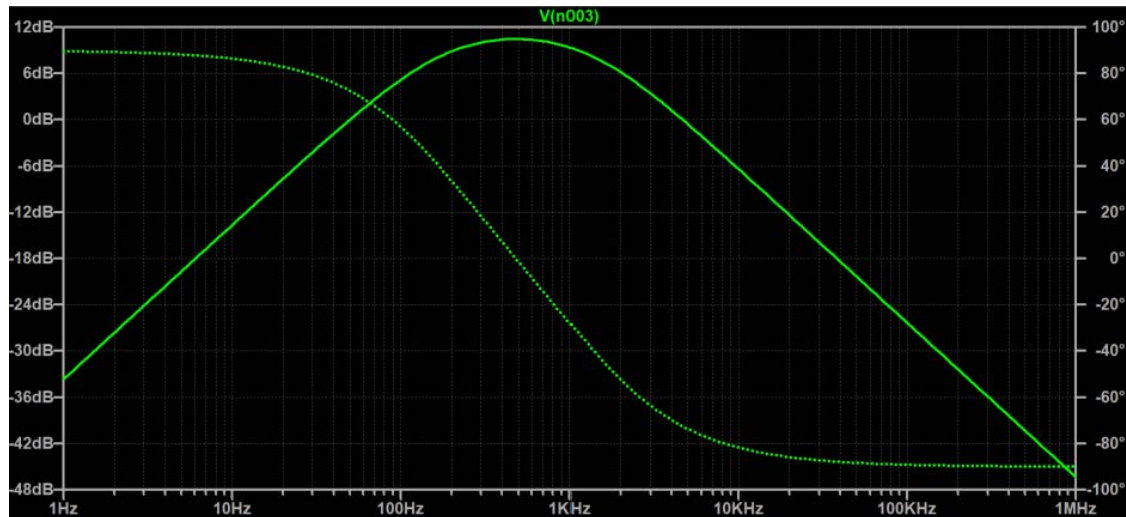
Схема виглядає так:



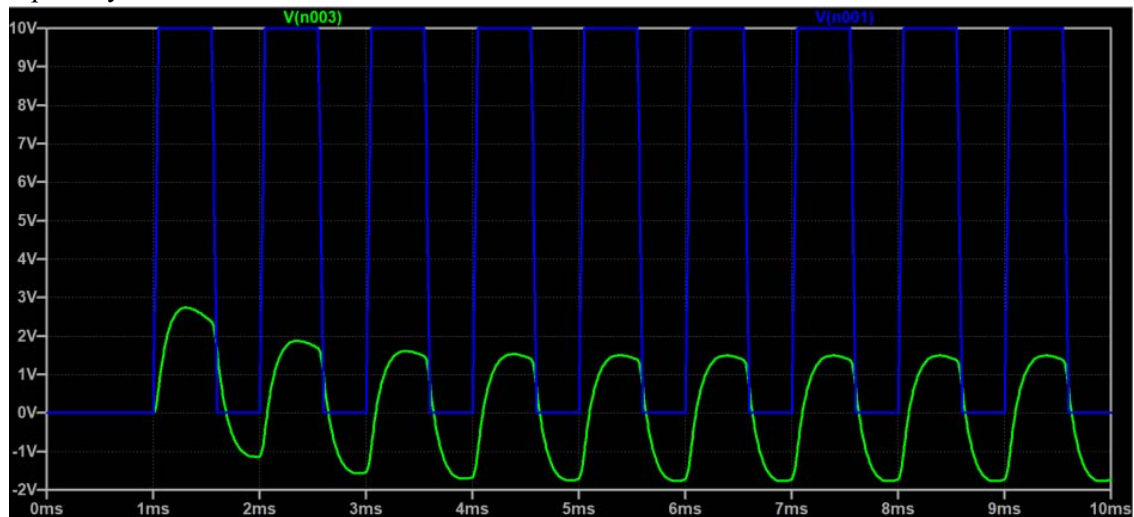
Залежність напруги від часу та фігури Лісажу:



АЧХ:

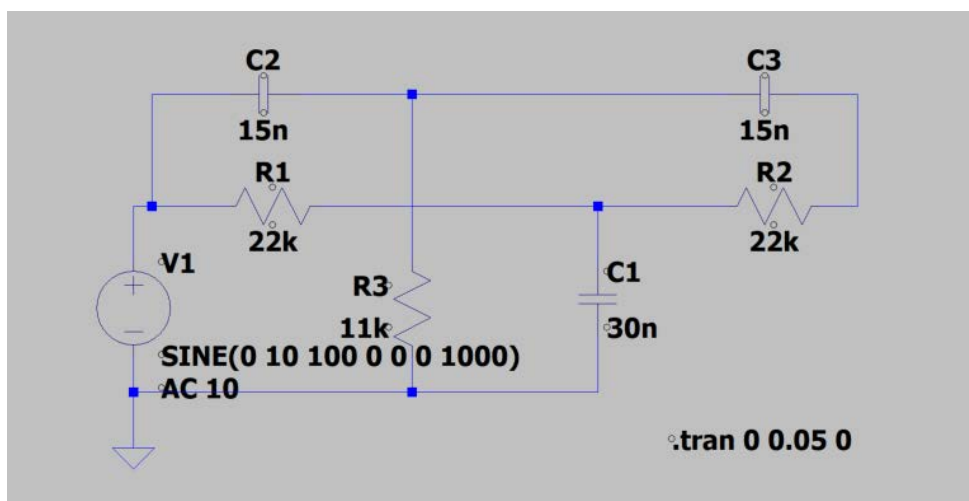


Прямокутний сигнал:

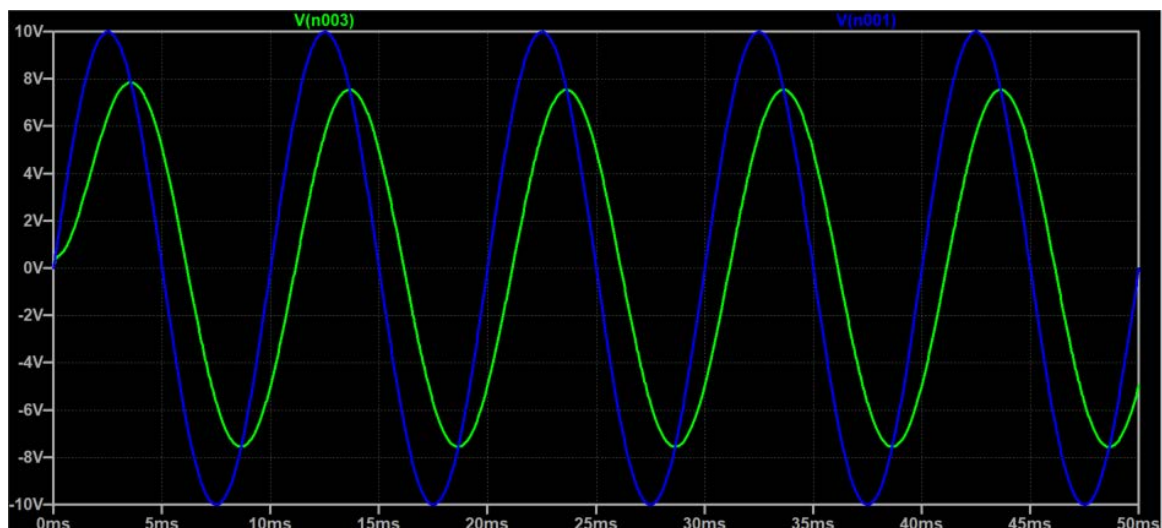


Загороджувальний фільтр

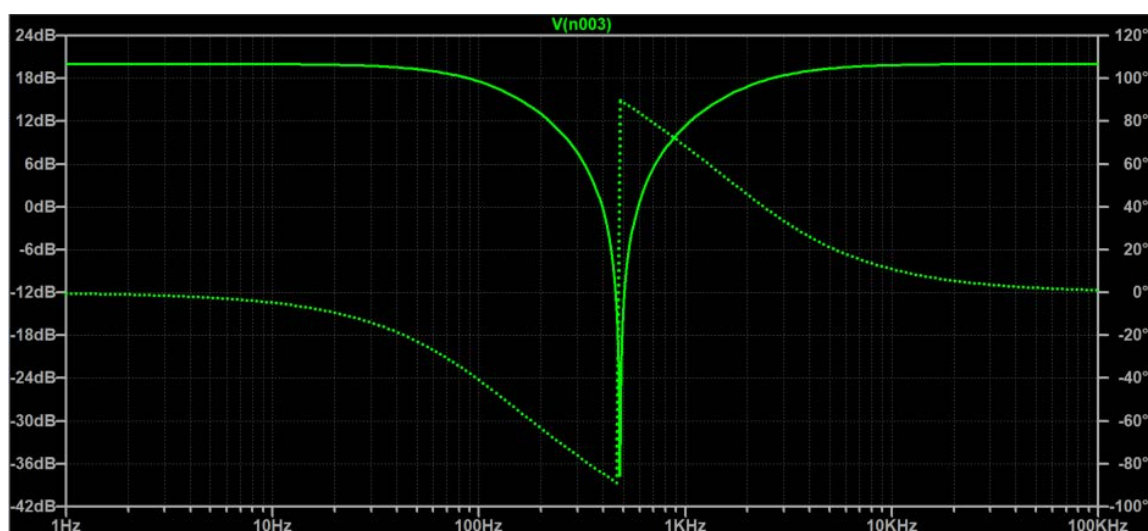
Схема:



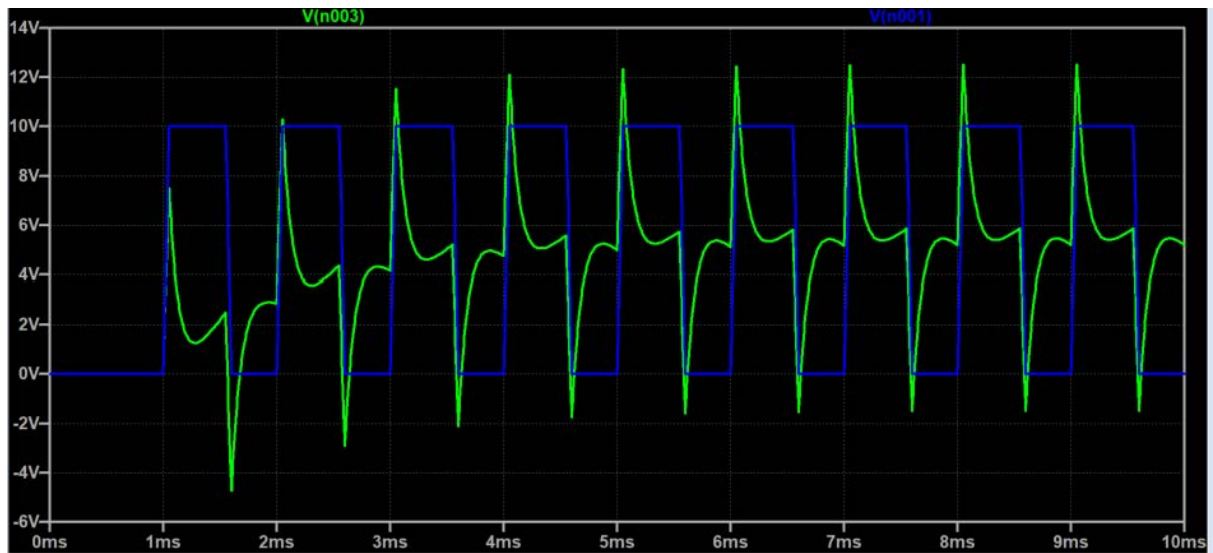
Залежність напруги від часу та фігури Лісажу:



АЧХ:



Прямокутний сигнал:



Висновки

В цій роботі ми дослідили різні типи пасивних чотирьохполосників, те як вони впливають на сигнал синусоїдальної та прямокутної форми, їх амплітудно-частотні характеристики. Отримали досить точні графіки різних залежностей.

В процесі роботи були використані методи фігур Лісажу та метод співставлення. Було проведене моделювання в середі LTspice.

Джерела

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