Курсова робота

з дисципліни

Комп’ютерне конструювання та проектування радіоелектронної апаратури

Тема: Проектування та моделювання активного ФВЧ другого порядку на операційному підсилювачі з інвертуюим входом в САПР MULTISIM

Зміст

1. Вступ
2. Технічне завдання
3. Аналіз схемотехніки ФВЧ
4. Розрахунок компонентів схеми
5. Проектування, моделювання та дослідження фільтра у САПР MULTISIM
6. Проектування друкованоъ плати в САПР Sprint Layout
7. Висновки

Вступ

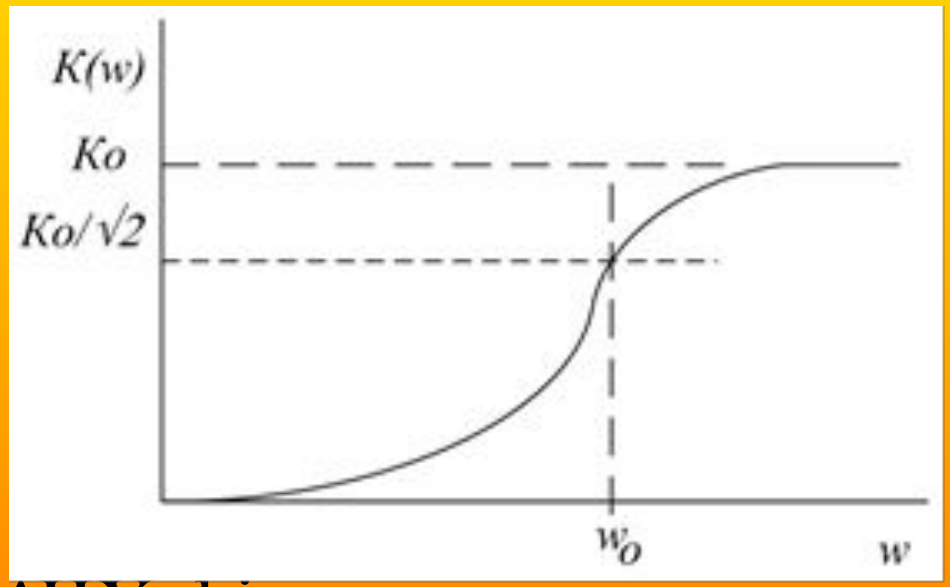
- Фільтр – це електрична схема, що пропускає або підсилює сигнали, що лежать у певній смузі частот та послабляє сигнали, що виходять за межі заданого діапазону.
- На сьогодні фільтри широко застосовуються у обчислювальній техніці і мають дуже багато різних варіацій. Прості пасивні фільтри будуються на резисторах, конденсаторах та індуктивностях. Активні фільтри – на базі транзисторних та операційних підсилювачів, а також з кіл резисторів і конденсаторів.
- В даній курсовій роботі буде спроектовано активний фільтр другого порядку типу Чебишева, змодельовано та досліджено його характеристики у спеціалізованому пакеті програм.

2. Технічне завдання

- Спроектувати та розрахувати фільтр, характеристики якого наведені нижче:
- Частота зрізу f_0=15 Кгц
- Коефіцієнт передачі у смузі пропускання: 5,5 разів
- Тип фільтра: Фільтр верхніх частот (ФВЧ)
- Метод оптимізації АЧХ фільтра: Чебишева
- Порядок фільтра: другий
- Включення ОП: інвертоване

3. Аналіз схемотехніки ФВЧ

Основною характеристикою фільтра вважається його амплітудно-частотна характеристика (АЧХ), що відображає залежність коефіцієнта передачі фільтра K(ω) від кутової частоти сигналу ω.



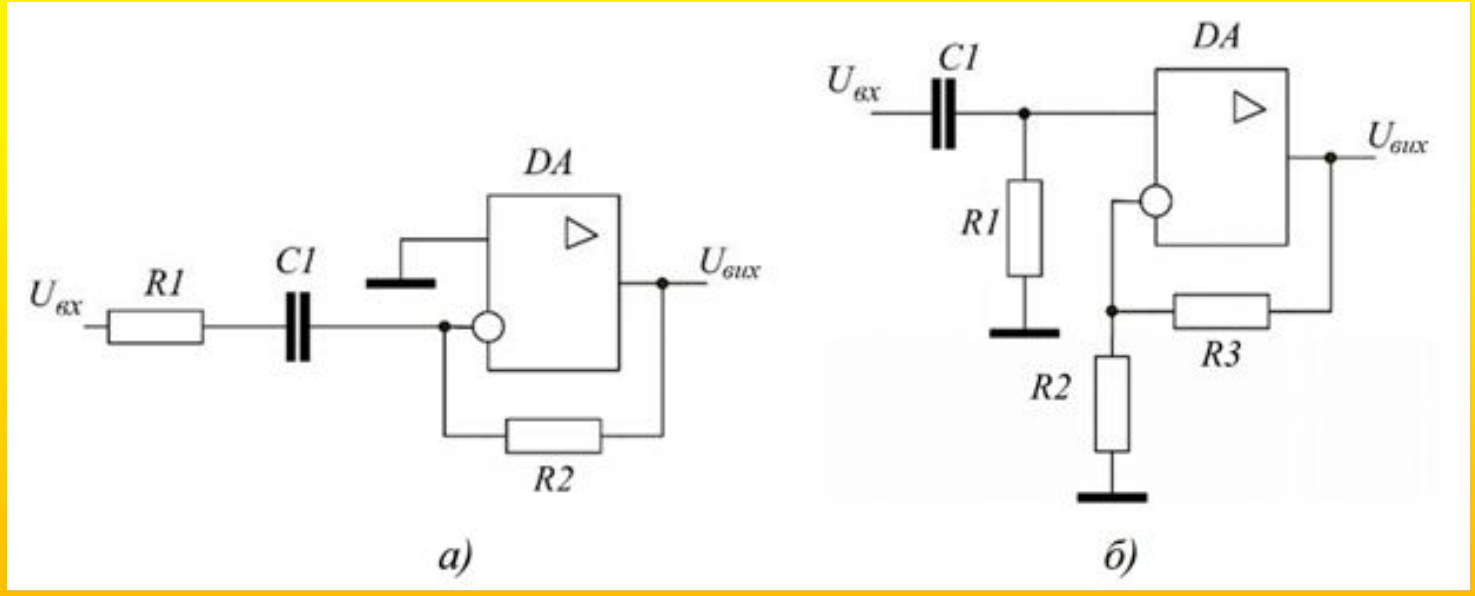
АЧХ фільтра високих частот

Для опису ФВЧ вводиться поняття частоти зрізу ω - частоти сигналу, на якій спостерігається зменшення потужності в два рази (- 3 дБ).

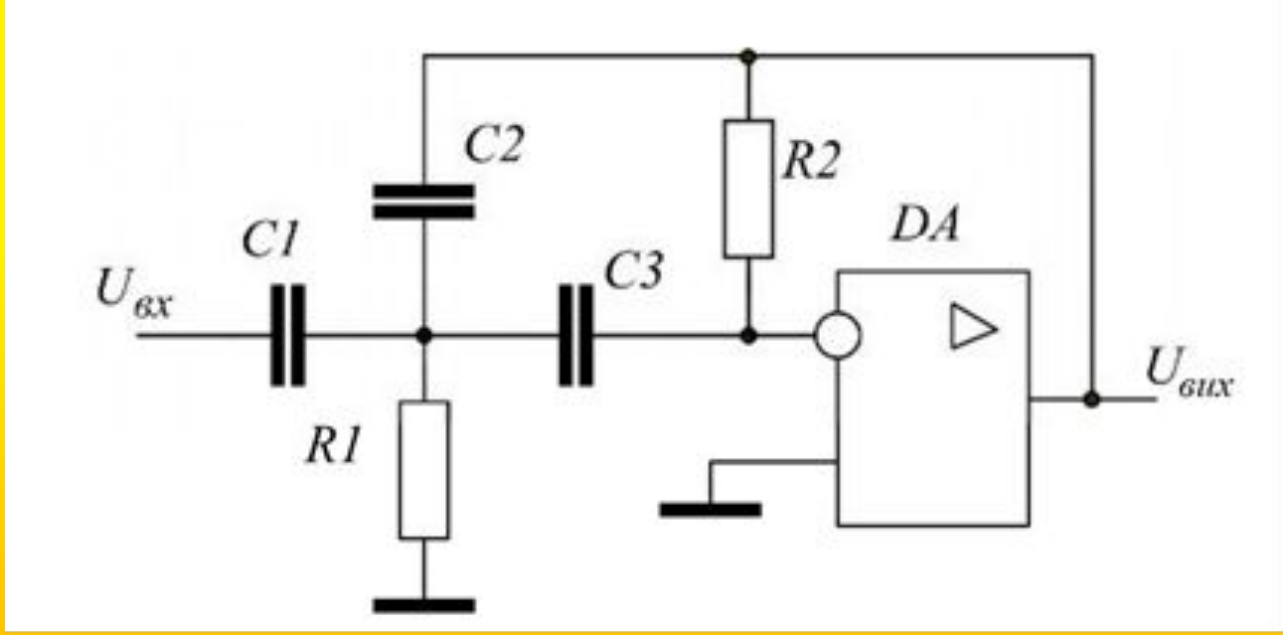
Коефіцієнт передачі фільтра при цьому зменшується в 1,4142 раз у порівнянні з коефіцієнтом передачі K_0 на нескінченній (для ФВЧ) частоті.

Проектування фільтра грунтується на розрахунку його передавальної функції, яка є відношенням зображення по Лапласа вихідного сигнал до зображення по Лапласа вхідного сигналу.

Схеми ФВЧ



ФВЧ першого порядку: а) на основі ОП з інвертуючим входом, б) на основі ОП з не інвертуючим входом.



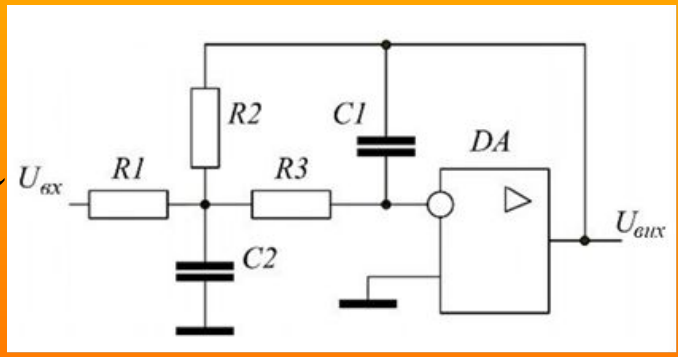
ФВЧ другого порядку по схемі Рауха

На цій схемі ми зупинимося, бо саме її було використано в ході курсової роботи

4. Розрахунок компонентів схеми

- Дані:
- Частота зрізу f_0=15 Кгц
- Коефіцієнт передачі у смузі пропускання: 5,5 разів
- Тип фільтра: Фільтр верхніх частот (ФВЧ)
- Метод оптимізації АЧХ фільтра: Чебишева
- Порядок фільтра: другий
- Включення ОП: інвертоване

Схема фільтра



Використовуючи формулу передаточної характеристики будемо знаходити значення компонентів $W(p) = \frac{C1/C2}{1 + \frac{C1+C2+C3}{R2*C2*C3*\omega} * \frac{1}{P} + \frac{1}{R1*R2*C2*C3*\omega^2} * \frac{1}{P^2}}$.

Відомо

- Ko = C1/C2=5.5
- α = (C1+C2+C3)/R2*C2*C3*ωo = 0.6402
- β = 1/R1*R2*C2*C3* = 1,1931

Із ряду E12 вибираємо:

- C1=5,6 (нФ)
- C3=1 (нФ)

Та знаходимо: C2=C1/Ko=1,01 (нФ)

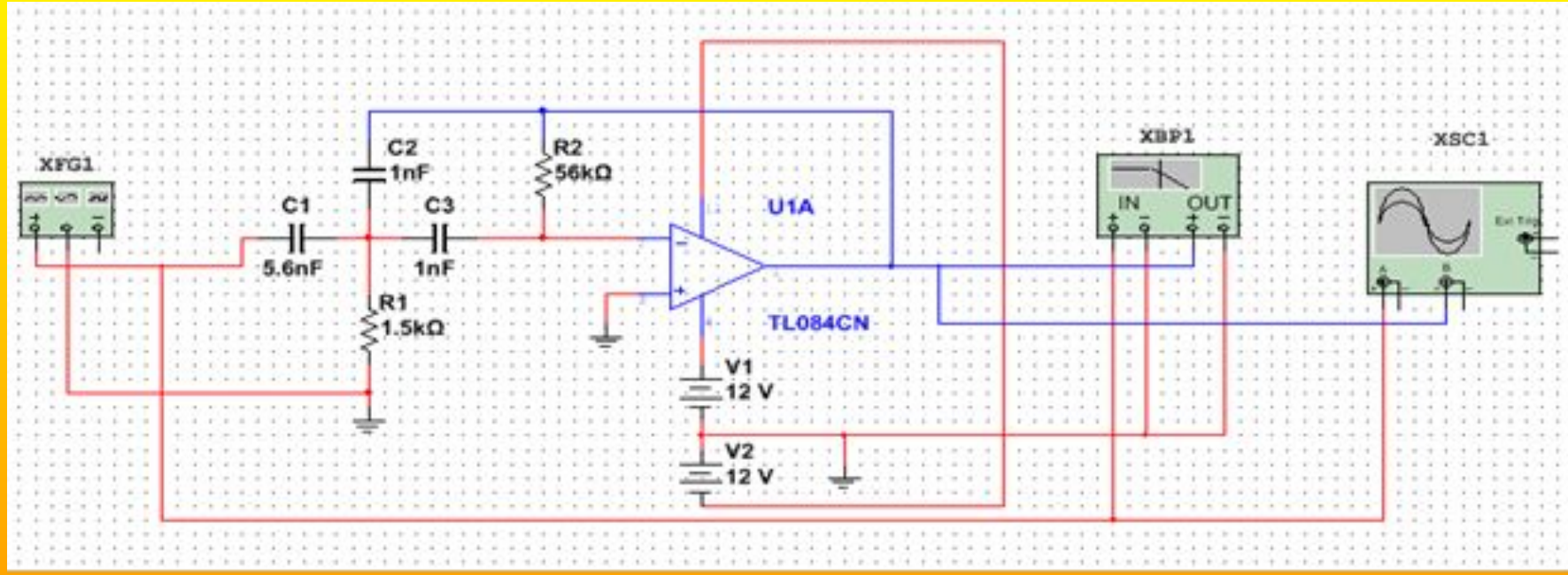
Тепер знаходимо R2 та R1.

$$R2 = \frac{C1 + C2 + C3}{\alpha * C2 * C3 * \omega_0} = \frac{5{,}6 * 10^{-9} + 1{,}01 * 10^{-9} + 1 * 10^{-9}}{0{,}6402 * 1{,}01 * 10^{-9} * 1 * 10^{-9} * 94200} = 58{,}343\ (\text{кОм})$$

$$R1 = \frac{1}{\beta * R2 * C2 * C3 * \omega^2} = \frac{1}{1{,}1931 * 58{,}343 * 10^3 * 1{,}01 * 10^{-9} * 1 * 10^{-9} * 94200} = 1372\ (\text{Ом})$$

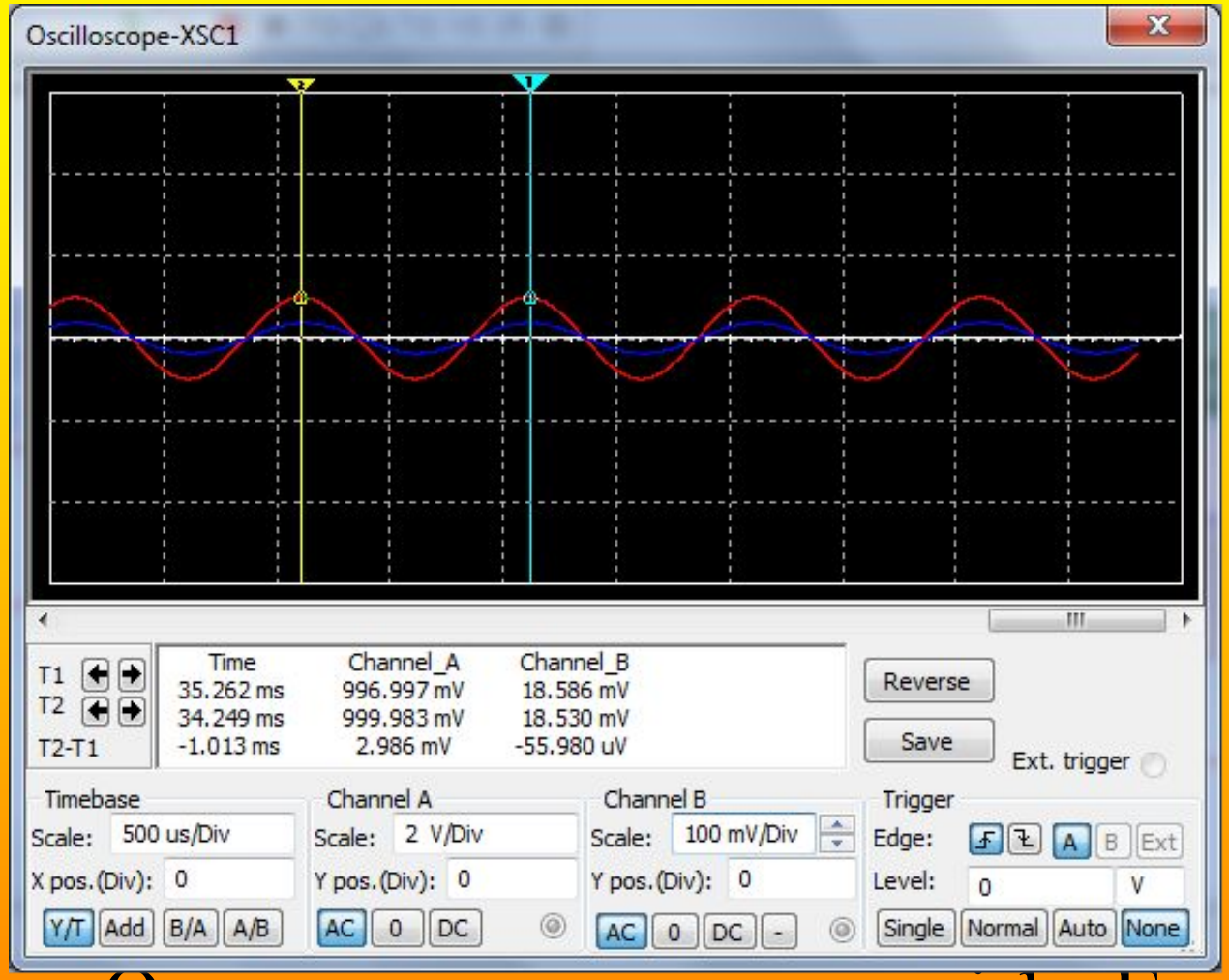
Із ряду E24 виберемо значення резисторів: R2=56 (кОм), R1=1,5 (кОм).

5. Проектування, моделювання та дослідження в САПР MULTISIM

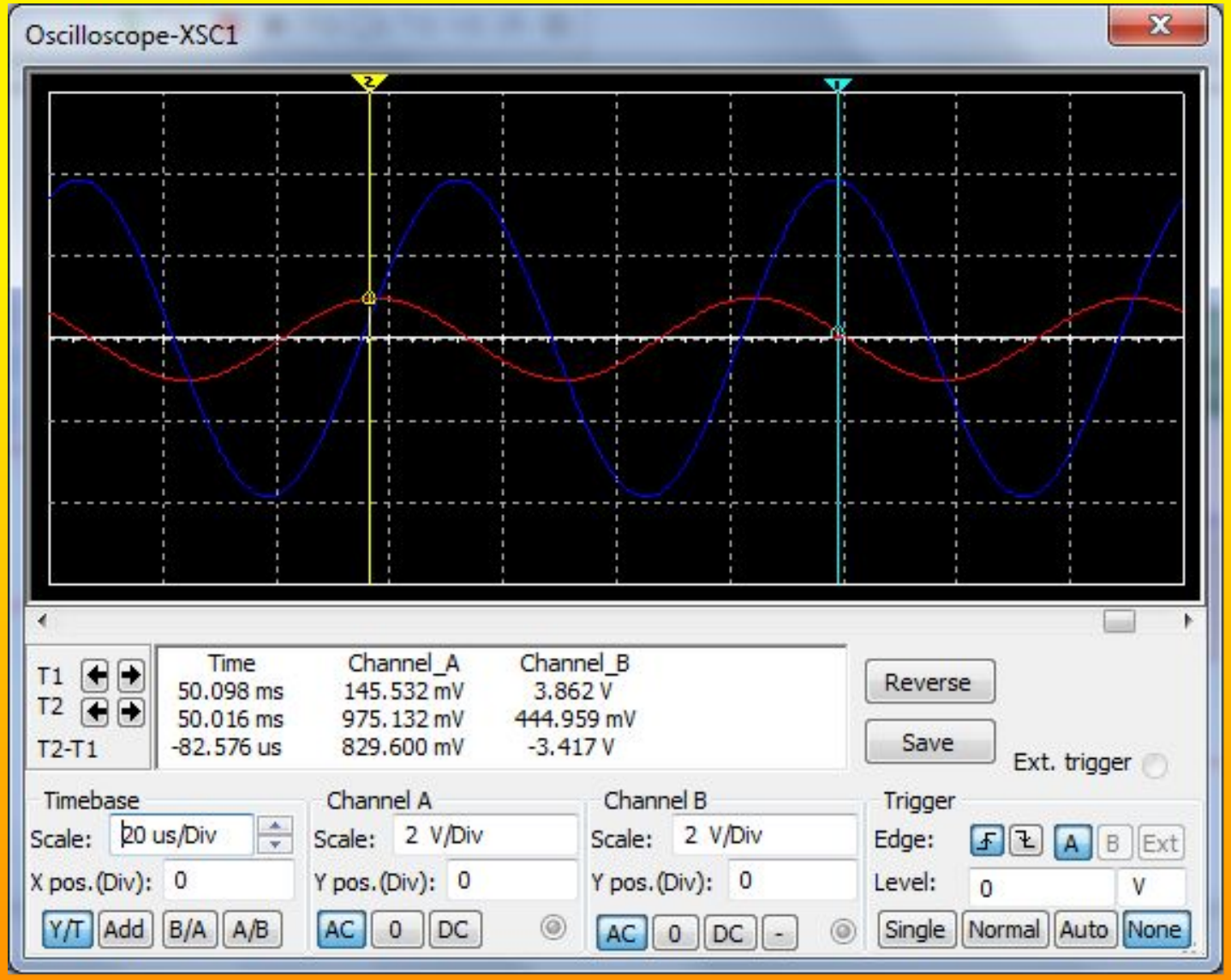


Модель фільтра побудована в САПР

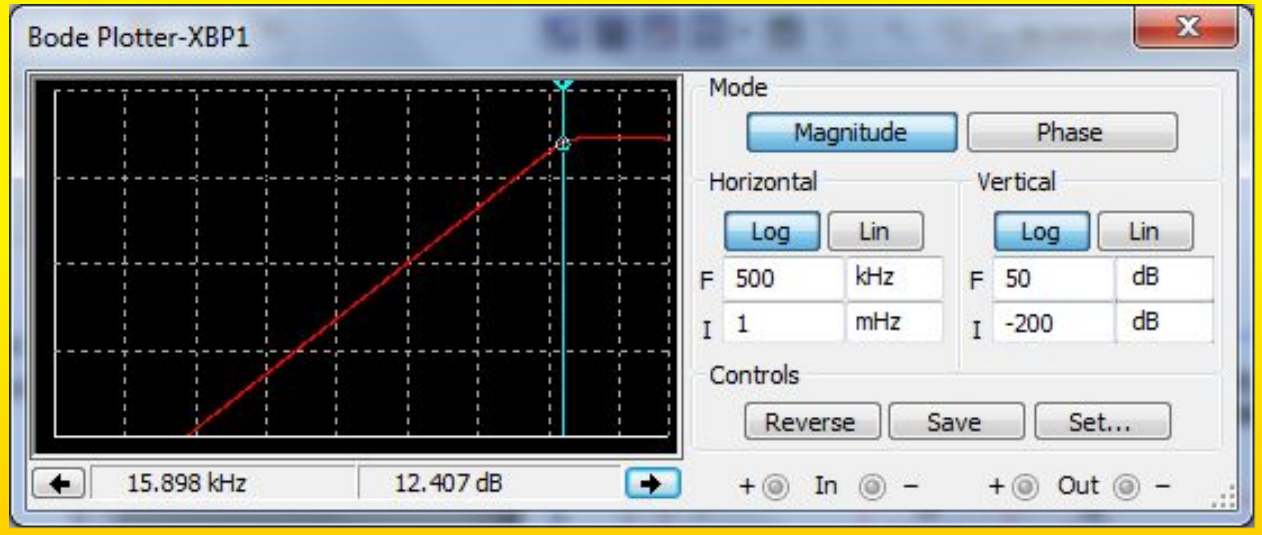
Осцилограми при дослідженні фільтра

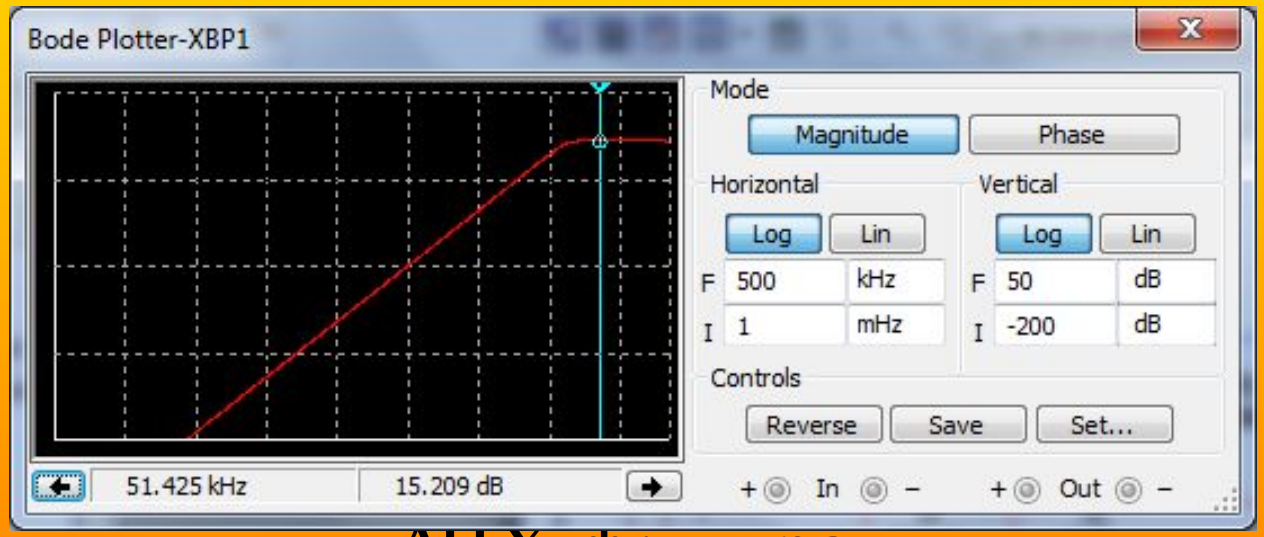


Осцилограма при частоті 1 кГц

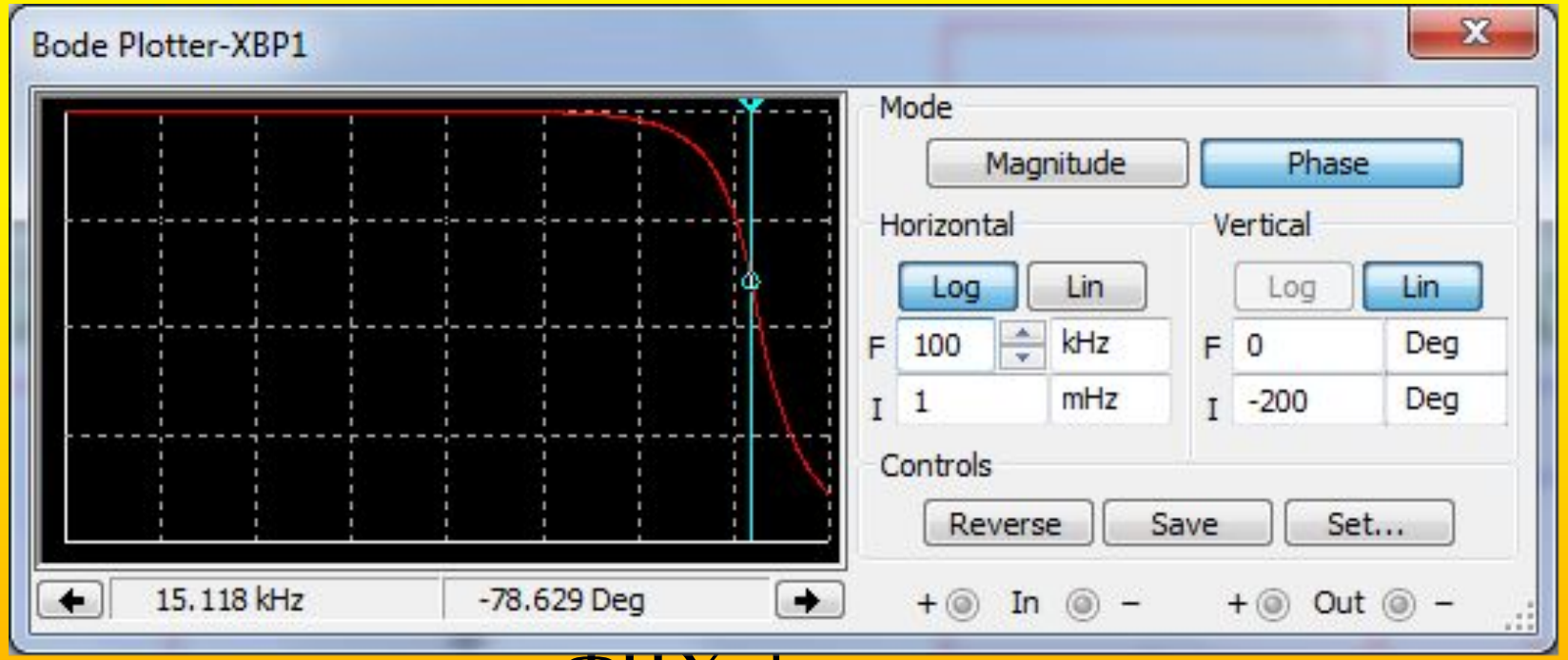


Осцилограма при частоті 15 кГц

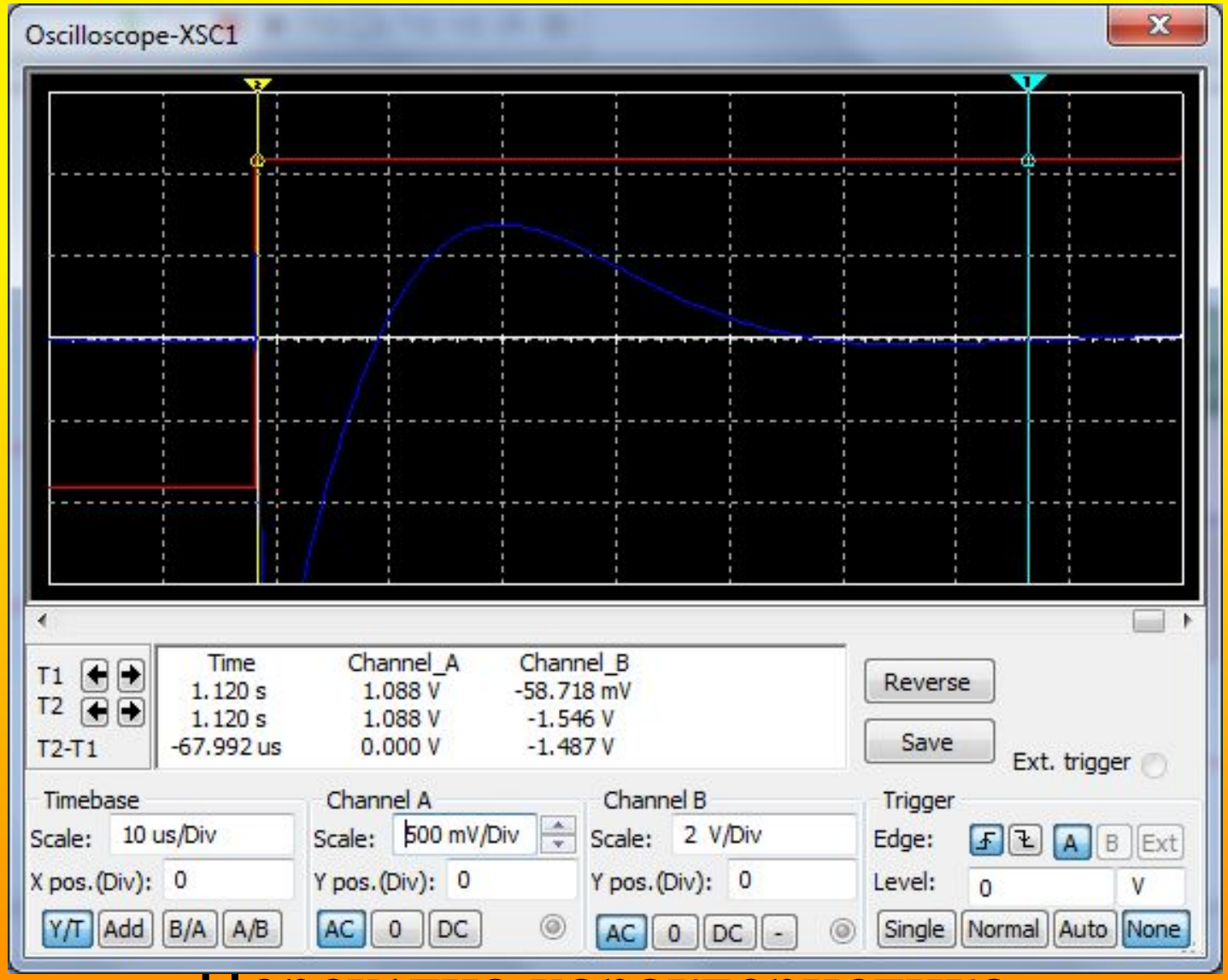

Bode Plotter-XBP1
Mode
Magnitude
Phase
Horizontal
Log
Lin
F 500 kHz
I 1 mHz
Vertical
Log
Lin
F 50 dB
I -200 dB
Controls
Reverse
Save
Set...
15.898 kHz
12.407 dB
+ In −
+ Out −


Bode Plotter-XBP1
Mode
Magnitude
Phase
Horizontal
Log
Lin
F 500 kHz
I 1 mHz
Vertical
Log
Lin
F 50 dB
I -200 dB
Controls
Reverse
Save
Set...
51.425 kHz
15.209 dB
+ In −
+ Out −

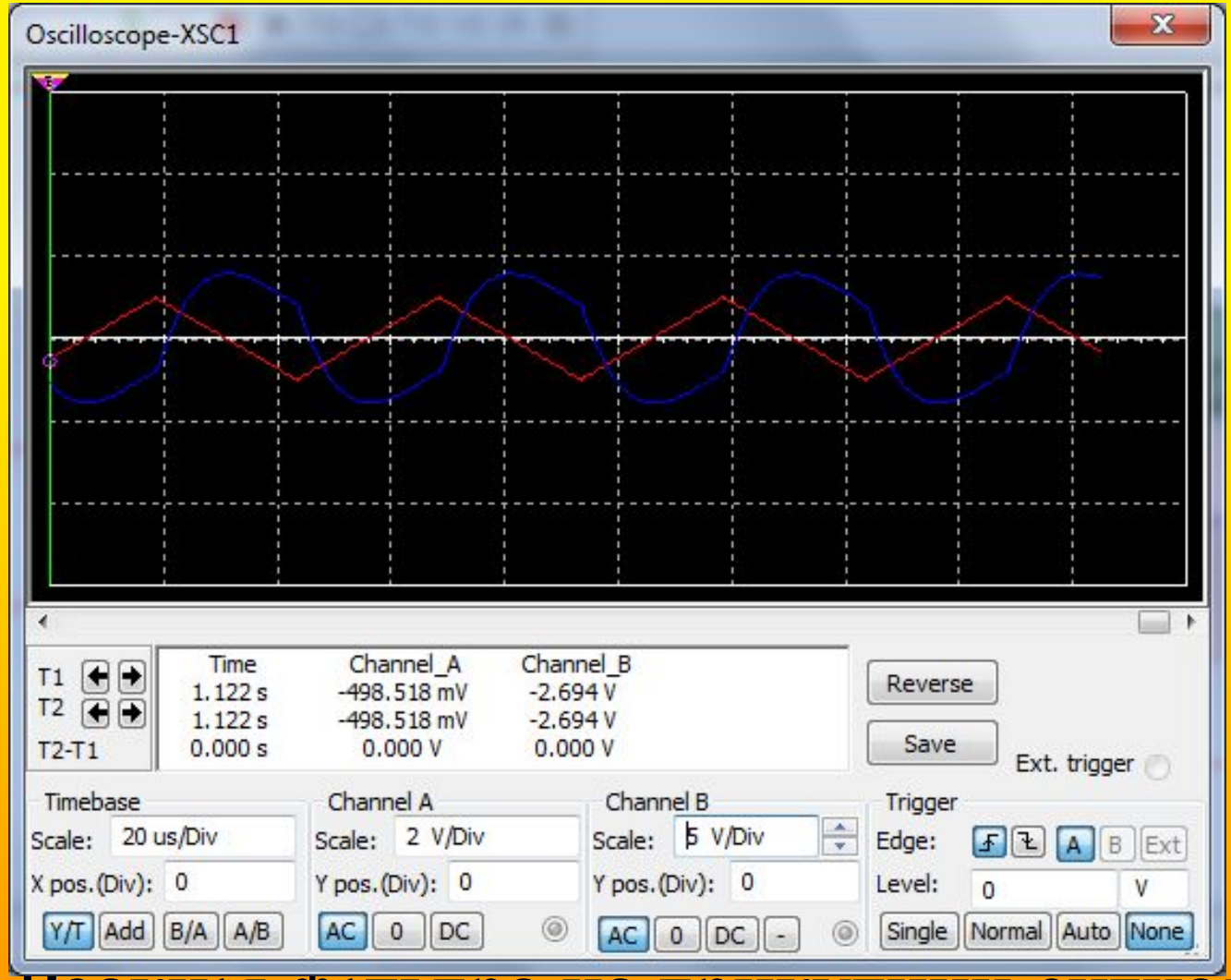
АЧХ фільтра


Bode Plotter-XBP1
Mode
Magnitude
Phase
Horizontal
Log
Lin
F 100 kHz
I 1 mHz
Vertical
Log
Lin
F 0 Deg
I -200 Deg
Controls
Reverse
Save
Set...
15.118 kHz
-78.629 Deg
+ In −
+ Out −

ФЧХ фільтра

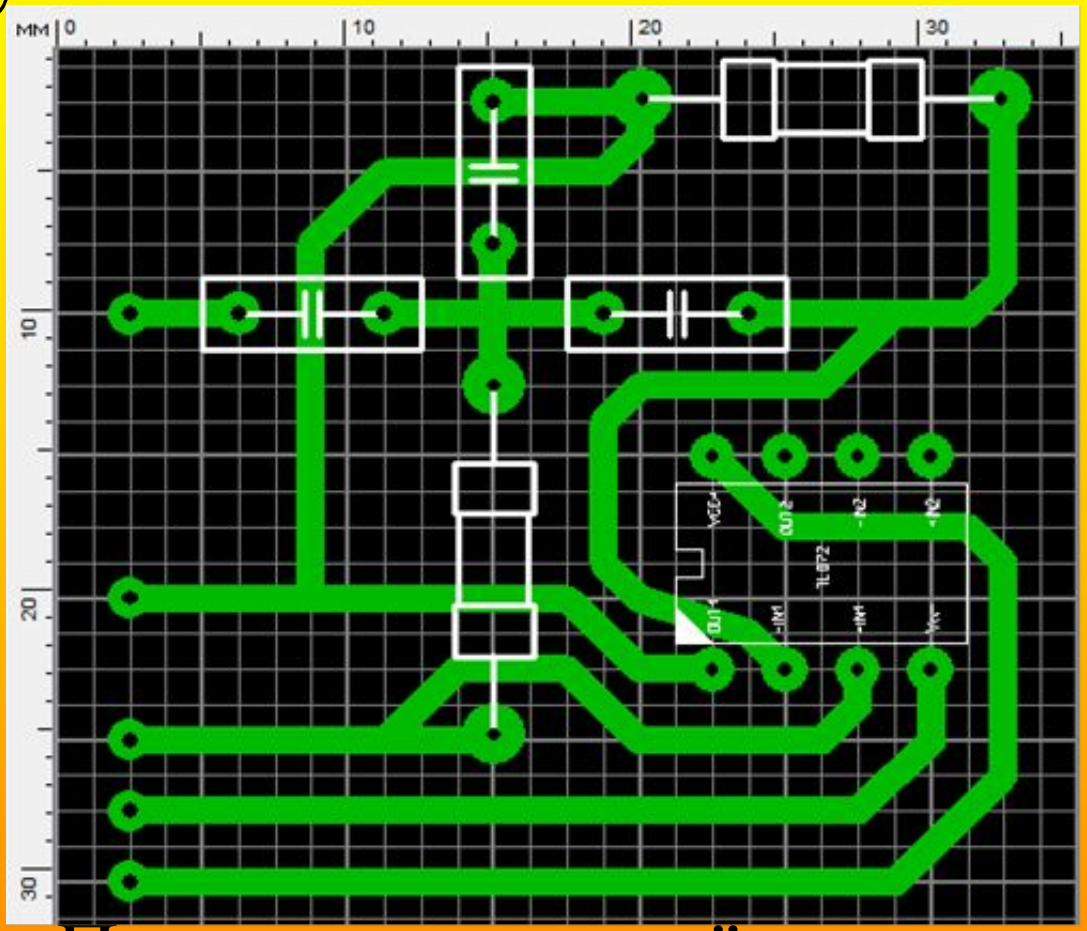


Перехідна характеристика



Реакція фільтра на трикутний сигнал частотою 20 кГц

6. Проектування друкованої плати в САПР Sprint Layout



Проект друкованої плати

В ході проекту було розроблено друковану плату. Плата проектувалася так щоб всі контакти були з однієї сторони та на одному рівні. Друкована плата по розмірам складає приблизно 32мм в ширину та 38 мм в довжину. А отже вона достатньо компактна та зручна для використання.

Висновки

- В результаті виконання курсової роботи було розраховано, спроектовано та виготовлено фільтр високих частот. Він побудований за схемою Рауха, тип апроксимації АЧХ фільтра – Чебишева.
- Параметри фільтра:
- Діапазон частот 15кГц – 1 МГц
- Коефіцієнт підсилення за напругою 5,5 рази (15дБ)
- Напруга живлення двополярна 12 В
- Нахил характеристики до частоти зрізу 41дБ/дек
- Максимальна вхідна напруга 2 В
- Максимальна вихідна напруга 11В
- Розмір друкованої плати 32мм в ширину та 38 мм в довжину.