

Лабораторна робота №1

ПАСИВНІ ФІЛЬТРИ

Мета роботи: дослідити пасивні фільтри, побудувати амплітудно-частотні характеристики фільтрів.

1.Завдання на лабораторну роботу

1.Провести дослідження фільтрів (рис.1.1), згідно варіанта (таблиця 1.1).

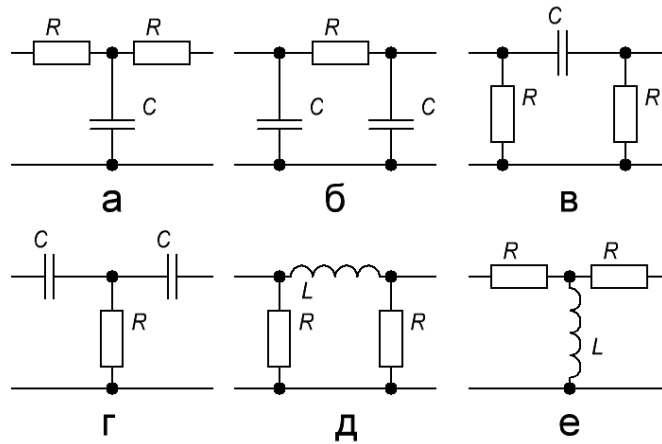


Рис.1.1– Схеми пасивних фільтрів.

Таблиця 1.1 – Варіанти завдань

Схема фільтра	Перша літера прізвища	Схема фільтра	Перша літера прізвища
а	А, Є, Л, С, Ч	г	Г, И, О, Ф, Ю
б	Б, Ж, М, Т, Ш	д	Д, І, П, Х, Я
в	В, З, Н, У, Щ	е	Е, К, Р, Ц

Числові значення елементів фільтрів визначаються згідно таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Числові значення елементів фільтрів

Елемент фільтра	Значення	Призначення
E	$m + n, В$	напруга джерела змінної напруги
R	$n, Ом$	активний опір котушки індуктивності
L	$\frac{n}{m+n}, мГн$	індуктивність котушки
C	$\frac{n}{m(m+n)}, мкФ$	ємність конденсатора

де m – номер академічної групи на потоці (наприклад ТР – 19, $m = 9$),
 n – порядковий номер студента за журналом.

1.1 Зняти амплітудно-частотну характеристику (АЧХ) заданого фільтра.

1.2.Підключити до виходу досліджуваного кола опір $R_n = 50 Ом$. Зняти АЧХ фільтра з навантаженням.

1.3.По отриманим АЧХ визначити частоту зрізу $f_{зр}$ та смугу пропускання.

2.Порядок виконання лабораторної роботи

1. Запустити програмне середовище MicroCap 12 (файл mc12.exe)
2. Зібрати схему фільтра (свій варіант), що буди досліджуватися. Для цього створіть новий файл шляхом послідовного вибору наступних підпунктів меню: **File/New/Schematic/OK**. Розставте відповідні пасивні елементи схеми (спочатку можна в довільному місці і з довільними параметрами), для чого натисніть відповідні піктограми встановлення компонентів.



Рис.1.2 – Розташування піктограм пасивних компонентів.

Як джерело сигналу слід вибрати джерело напруги V1 в меню: **Component/Analog Primitives/Waveform Sources/Sine Source** та обрати параметр **MODEL=GENERAL**.

Для пасивних елементів необхідно заповнити два параметра: **VALUE** - значення номіналу елемента (наприклад, для резистора 10 Ом) і **PART** - позиційне позначення елемента. Приклад пасивного фільтра з встановленими параметрами на схемі. 1.2.

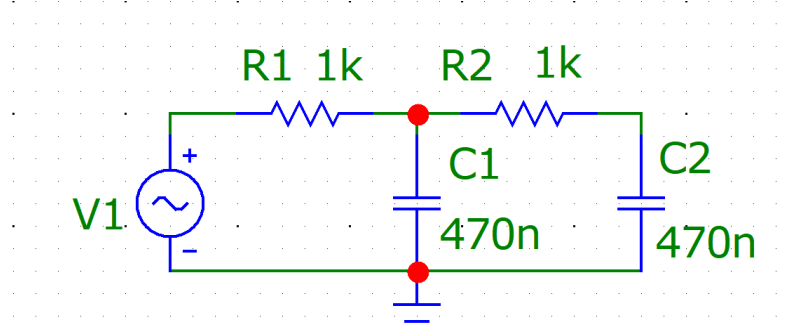


Рис.1.3 – Приклад пасивного фільтра з встановленими параметрами.

3.Зняти АЧХ зібраного фільтра. Для цього необхідно перейти в режим розрахунку частотних характеристик (**AC Analysis**). Вікно параметрів для проведення AC - аналізу наведено на рис.1.4.

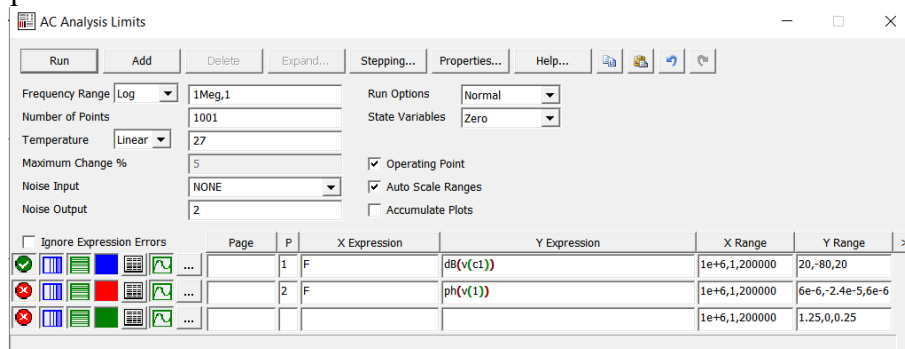


Рис.1.4 – Вікно параметрів для проведення AC – аналізу.

3. Розрахунок частотних характеристик (AC Analysis)

Для проведення аналізу частотних характеристик схеми необхідно до її входу підключити джерело синусоїдального (SIN), імпульсного (PULSE) сигналу або сигналу

USER, параметри якого задаються користувачем. В цьому випадку в режимі АС програма MC12 замість зазначених джерел підключає на вхід схеми гармонійне колення зі змінною частотою. У процесі розрахунку частотних характеристик комплексна амплітуда цього сигналу покладається рівною 1 В, початкова фаза - рівною нулю, а частота змінюється в межах, заданих в меню AC Analysis Limits.

У режимі АС спочатку розраховується режим схеми по постійному струму, потім лінеарізуються все нелінійні компоненти (пасивні компоненти з нелінійними параметрами, діоди, транзистори, нелінійні керовані джерела) і виконується розрахунок комплексних величин вузлових потенціалів і струмів віток. Цифрові компоненти при лінеаризації замінюються їх вхідними та вихідними комплексними опорами, а передача сигналів через них не розглядається.

Як правило, при розрахунку частотних характеристик використовується одне джерело, вплив якого прикладене до входу схеми. Якщо ж джерел кілька, то відгуки від кожного сигналу будуть складатися як комплексні величини.

3.1 Завдання параметрів моделювання (AC Analysis Limits)

Після перевірки правильності складання схеми і при відсутності помилок програма відкриває вікно завдання параметрів моделювання AC Analysis Limits (рис.1.5), яке за своєю структурою аналогічно вікну Transient Analysis Limits Проте, є і відмінності, пов'язані з особливостями моделювання в режимі AC Analysis.

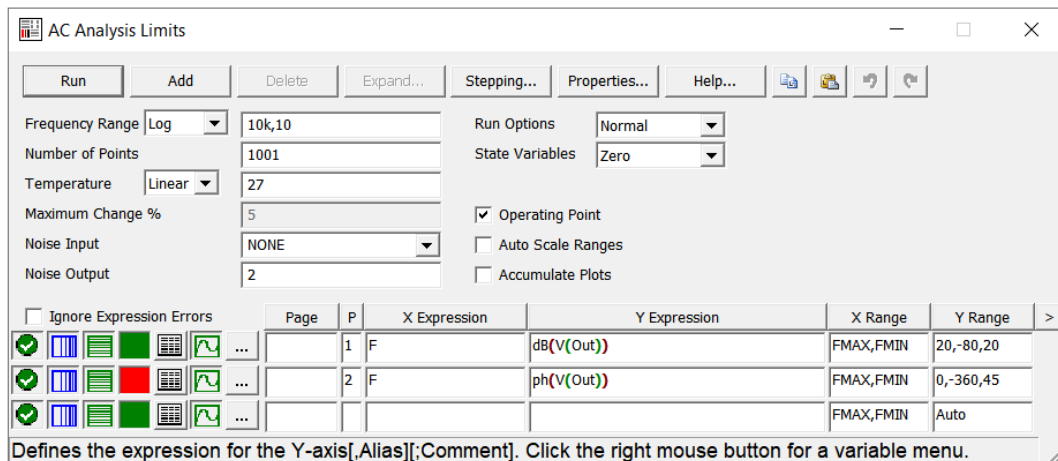


Рис.1.5 – Вікно параметрів для проведення АС – аналізу.

Команди:

Склад команд (*Run, Add, Delete, Expand, Stepping, Properties i Help*) і їх призначення аналогічні командам Transient Analysis Limits.

Числові параметри:

Frequency Rang – специфікація кінцевої і початкової частоти розрахунку частотних характеристик, що визначається форматом *Fmax, Fmin*. Якщо частота *Fmin* не вказана, то розрахунок не проводиться. Негативні значення частоти не допускаються. Значення частот, на яких проводиться розрахунок характеристик, залежить від параметрів, встановлених в сусідньому розділі «Опції»: *Auto, Linear, Log* і *List*. У режимах *Auto* і *Log* значення *Fmin* має бути більше нуля.

Number of Point – кількість точок по частоті (N_f), в яких проводиться розрахунок частотних характеристик. У режимі *Auto* кількість точок визначається параметром *Maximum Chang*. При лінійному законі зміни частоти (*Linear*) крок збільшення частоти ΔF дорівнює

$$\Delta F = F_{k+1} - F_k = (F_{max} - F_{min}) / (N_f - 1).$$

Якщо прийнятий логарифмічний масштаб (*Log*), то ставлення сусідніх частотних точок визначається виразом:

$$F_{k+1} / F_k = (F_{max} / F_{min}) / (N_f - 1).$$

У режимі *List* (список) параметр *Number of Point* до уваги не береться, а список частотних точок вказується в специфікації *Frequency Rang*.

Temperature – діапазон зміни температури в градусах Цельсія.


Maximum Change, % – максимально допустимий приріст величини першої спектральної функції на інтервалі кроку за частотою в процентах від повної шкали значень функції. Даний параметр використовується при розрахунку кроку збільшення частоти в режимі *Auto*. Якщо графік функції в процесі моделювання змінюється швидше, то крок збільшення частоти автоматично зменшується.


Noise Input – ім'я джерела, що генерує шум.


Noise Output – ім'я вузлів (формат <ім'я першого вузла> [, <ім'я другого вузла>]), щодо яких обчислюється спектральна щільність вихідного шуму схеми. Якщо ім'я другого вузла не визначене, то вихідний шум обчислюється щодо нульового вузла («землі»).


Останні два параметри використовуються при розрахунку рівня внутрішнього шуму схеми. У математичних моделях компонентів, прийнятих в програмі MC12, враховуються теплові, дробові і низькочастотні фликкер-шуми. При розрахунку вихідного шуму спектральні щільності шуму від окремих джерел підсумовуються. Для побудови графіків спектральної щільності шуму на вході і виході схеми досить ввести в графу *Y Expression* відповідного графічного вікна ім'я змінної у вигляді *INOISE* або *ONNOISE*. При цьому графіки інших змінних не можна одночасно виводити на екран. Якщо змінні *INOISE* або *ONNOISE* не вказані, то при проведенні частотного аналізу в режимі AC параметри *Noise Input* і *Noise Output* ігноруються.

Вивід результатів моделювання:

До групи з чотирьох кнопок , що визначають характер виведення даних і розглянутих в *Transient Analysis Limits*, додається п'ята кнопка, при натисканні на яку викликаються наступні команди:

 *Rectangular* – висновок графіків у декартовій системі координат;

 *Polar* – висновок графіків в полярній системі координат;

 *Smith chart plot* – виведення на круговій діаграмі Сміта.

У графі *P (Plot Group)* вказується номер графічного вікна, в якому повинна бути побудована задана функція.

Вирази:

Вирази *X (Y) Expression* і *X (Y) Range* мають те ж призначення, що і в режимі *Transient Analysis*. Як ім'я змінної по осі *X* в разі аналізу частотних характеристик визначають *F* (частота), а при розрахунку імпульсної характеристики схеми з допомогою перетворення Фур'є (*FFT*) по осі *X* відкладається змінна *T* (час). Для змінної *Y Expression* це може бути проста змінна *V(I)* або *V(OUT)* (при побудові графіка амплітудно-частотної характеристики), функція *ph(V(I))* – при обчисленні фазово-частотної характеристики та інші вирази.

Опції:

У вікні *AC Analysis Limits* відсутня опція *Operation Point Only*. На відміну від попередньої версії в MC12 виключений розділ *Frequency Step* (крок зміни частоти), а опції *Auto*, *Linear*, *Log* і *List* перенесені в розділ числових параметрів *Frequency Rang*.