

ПЛАН
практичного заняття №7 з навчальної дисципліни
ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ ТА КІЛ

Кредитний модуль 1

Блок змістових модулів 1.2.

Змістовий модуль 1.2.1. Лінійні чотириполюсники та лінійні фільтри

Навчальні та виховні цілі: Набуття навичок розрахунку електричних фільтрів

Навчальні питання і розподілення часу

Вступ: перевірка наявності особового складу. Оголошення теми і мети заняття ...	5хв
1. Графічне розв'язання основної нерівності теорії фільтрів.....	40хв
2. Розрахунок основних параметрів електричних фільтрів.....	40хв
Закінчення та відповіді на запитання: підведення підсумків заняття, доведення завдання на самопідготовку	5хв

Навчально - матеріальне забезпечення

- 1) План проведення заняття, методична розробка.
- 2) Дідактичні матеріали, мікрокалькулятори.

Навчальна література

1. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники, Ч1. М – Л: издательство «Энергия», 1966.
2. Вдовенкова Л.И. и др. Теоретические основы электротехники. Учебно – методическое пособие. Харьков: ХВУ, 1994.

Форми контролю засвоєння навчального матеріалу

1. Опитування
2. перевірка рішення задач

Завдання і методичні рекомендації до самостійної роботи

1. Вивчення матеріалу лекцій змістового модуля.
2. Вирішити завдання 11.10 – 11.11 згідно посібника [2].

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
практичного заняття №7 з навчальної дисципліни
ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ ТА КІЛ

Кредитний модуль 1

Блок змістових модулів 1.2.

Змістовий модуль 1.2.1. Лінійні чотириполюсники та лінійні фільтри

Навчальні та виховні цілі: Вивчення основних понять та співвідношень торії чотириполюсників

Навчальні питання і розподілення часу

Вступ: перевірка наявності особового складу. Оголошення теми і мети заняття .	5хв
1. Графічне розв'язання основної нерівності теорії фільтрів.....	40хв
2. Розрахунок основних параметрів електричних фільтрів.....	40хв
Закінчення та відповіді на запитання: підведення підсумків заняття, доведення завдання на самопідготовку	5хв

Навчально - матеріальне забезпечення

- 1) План проведення заняття, методична розробка.
- 2) Дидактичні матеріали, мікрокалькулятори.

Навчальна література

1. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники, Ч1. М – Л: издательство «Энергия», 1966.
2. Вдовенкова Л.И. и др. Теоретические основы электротехники. Учебно – методическое пособие. Харьков: ХВУ, 1994.

ЗМІСТ ЗАНЯТТЯ ТА МЕТОДИКА ЙОГО ПРОВЕДЕННЯ

Після оголошення теми, мети та учбових питань заняття провести опитування

з питань:

1. Дайте визначення електричного фільтра.
2. Дайте визначення фільтра нижніх та верхніх частот
3. Дайте визначення смугового та загороджуючого фільтра
4. Які Ви знаєте частотні характеристики електричних фільтрів?
5. Дайте означення характеристичного опору фільтра. Як він визначається залежно від типу схеми.
6. Які Ви знаєте первинні та вторинні параметри фільтрів? Дайте їх означення.

Перед початком розгляду типових задач розрахунку електричних фільтрів пропонується розглянути фізичні процеси, що мають місце при використанні електричних Г-подібних фільтрів низьких та високих частот на прикладі однофазної однопівперіодної схеми випрямлення з використанням лабораторного обладнання спеціалізованої аудиторії № 280.

На стенді зібрано однофазну мостову схему випрямлення з одним діодом. На екрані осцилографа спостерігається пульсація випрямленої напруги на опорі шунта ввімкненого послідовно з опором навантаження.

Вимикається напруга джерела живлення і перед навантаженням вмикається Г-подібний LC-фільтр з індуктивністю у продольному плечі. На екрані осцилографа спостерігається згладжена форма напруги. Таким чином, було реалізовано фільтр нижніх частот.

Вимикається напруга джерела живлення і перед навантаженням вмикається Г-подібний LC-фільтр з ємністю у продольному плечі. На екрані осцилографа спостерігається змінна напруга. Таким чином, було реалізовано фільтр вищих частот.

Як висновок доцільно ще раз нагадати основні принципи побудови фільтрів високих та низьких частот.

1. Графічне розв'язання основної нерівності теорії фільтрів

Умовою пропускання електричного фільтра є вираз

$$-2 \leq \cos \beta = \frac{Z}{2Z_0} \leq 0$$

Цей вираз можна представити у вигляді

$$-4 \leq \frac{Z}{Z_0} \leq 0 \text{ або } -4Z_0 \leq Z \leq 0$$

Для графічного розв'язання цієї нерівності пропонується наступний алгоритм

1. Будується частотна залежність продольного плеча фільтра $Z(\omega)$
2. Будується частотна залежність поперечного плеча фільтра $Z_0(\omega)$
3. Штриховкою позначається діапазон частот де ці характеристики мають протилежні знаки.
4. Будується частотна залежність $-4Z_0(\omega)$
5. Порівнюються частотні залежності $Z(\omega)$ та $-4Z_0(\omega)$
6. Штриховкою позначається діапазон частот де модуль $Z(\omega)$ менший за модуль $-4Z_0(\omega)$

Висновок: смугою пропускання фільтра є діапазон частот, де збігаються попередньо заштриховані області.

Приклад

Графічним розв'язанням основної нерівності теорії фільтрів визначити смугу пропускання і смугу згасання фільтра. Зазначити тип фільтра

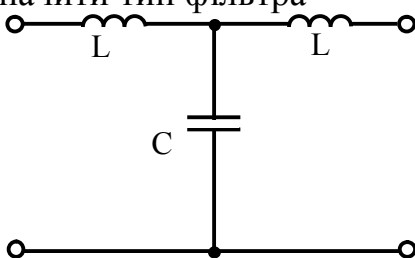
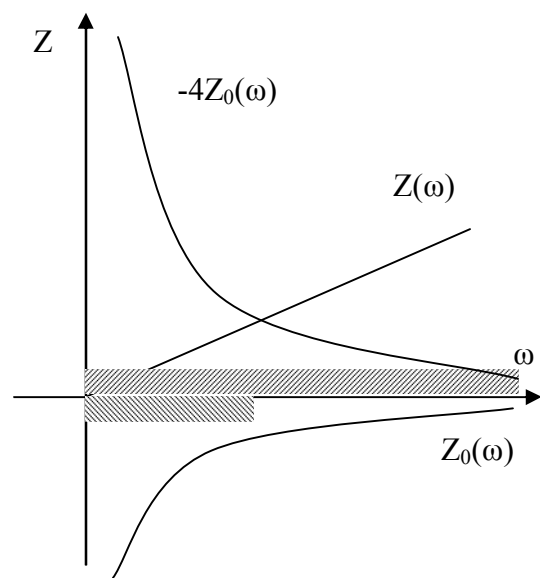


Рис. 5.11

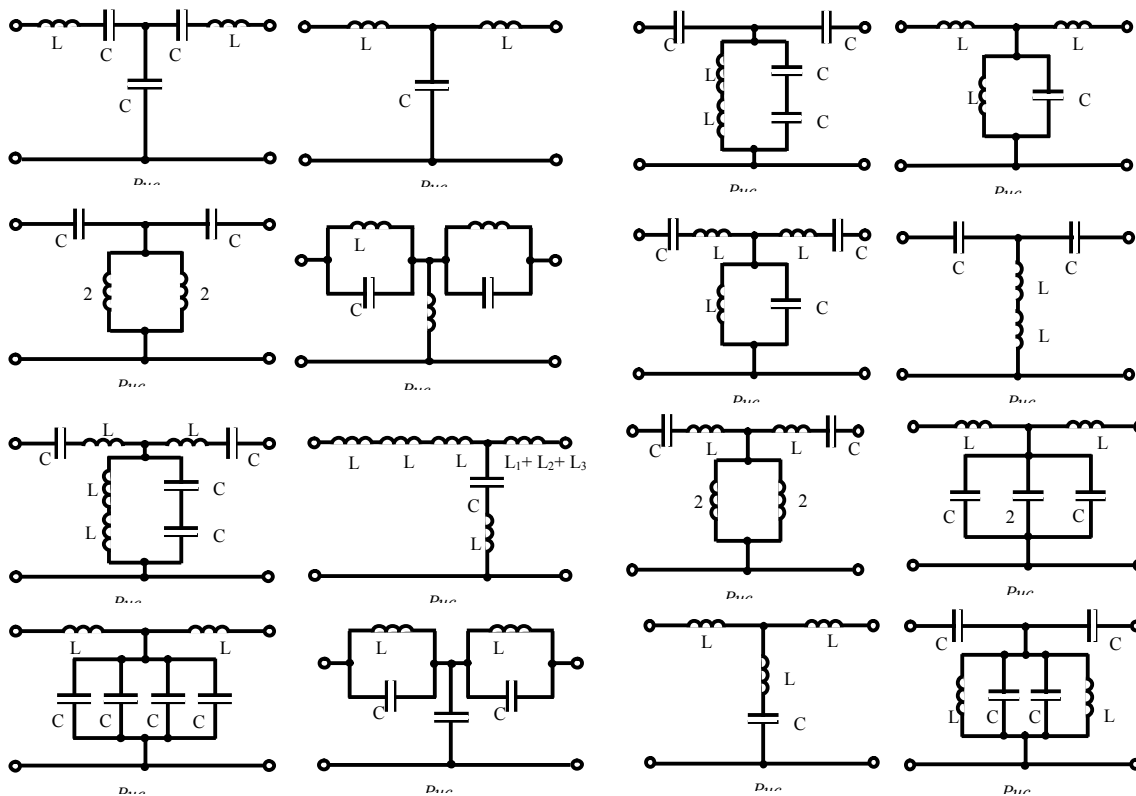


1. Будуємо частотну залежність продольного плеча фільтра $Z(\omega)$
2. Будуємо частотну залежність поперечного плеча фільтра $Z_0(\omega)$
3. Штриховкою позначаємо діапазон частот де ці характеристики мають протилежні знаки.
4. Будуємо частотну залежність $-4Z_0(\omega)$
5. Порівнюємо частотні залежності $Z(\omega)$ та $-4Z_0(\omega)$
6. Штриховкою позначаємо діапазон частот де модуль $Z(\omega)$ менший за модуль $-4Z_0(\omega)$

Висновок: смугою пропускання фільтра є діапазон нижніх частот, тобто маємо фільтр нижніх частот.

Задача 1

Графічним розв'язанням основної нерівності теорії фільтрів визначити смуго пропускання і смуго згасання фільтра. Зазначити тип фільтра. Схеми фільтрів наведені на рис.



2. Розрахунок основних параметрів електричних фільтрів

Характеристичний опір Т-подібного фільтру визначається згідно виразу

$$Z_c = \sqrt{Z Z_0} \sqrt{1 + \frac{Z}{4Z_0}}$$

Характеристичний опір П-подібного фільтру визначається згідно виразу

$$Z_c = \sqrt{\frac{Z Z_0}{1 + \frac{Z}{4Z_0}}}$$

З умови пропускання фільтру $-1 \leq \frac{Z}{Z_0} \leq 0$ можна визначити частоти зрізу

$$\frac{Z(\omega_{31})}{Z_0(\omega_{31})} = 0, \quad \frac{Z(\omega_{32})}{Z_0(\omega_{32})} = -1$$

Приклад.

Дано Т-подібний LC-фільтр з індуктивністю у прокольному плечі.

Параметри $L = 15$ мГн, $C = 10$ мкФ

Визначити характеристичний опір при частоті 50 Гц та побудувати частотну характеристику

Характеристичний опір Т-подібного фільтру визначається згідно виразу

$$\begin{aligned} Z_c &= \sqrt{Z Z_0} \sqrt{1 + \frac{Z}{4Z_0}} = \sqrt{j\omega L \cdot j \frac{1}{\omega C}} \sqrt{1 + \frac{j\omega L}{4j \frac{1}{\omega C}}} = \\ &= \sqrt{j^2 \frac{L}{C}} \sqrt{1 + \frac{\omega^2 LC}{4}} = \sqrt{\frac{15 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-6}}} \sqrt{1 + \frac{314^2 15 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{4}} = \\ &= \sqrt{\frac{15 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-6}}} \sqrt{1 + \frac{314^2 15 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{4}} = 38,8 \end{aligned}$$

Частоти зрізу визначимо з основної нерівності фільтру

$$\frac{Z(\omega_{31})}{Z_0(\omega_{31})} = 0, \quad \frac{j\omega_{31}L}{4j \frac{1}{\omega_{31}C}} = 0, \quad \frac{\omega_{31}^2 LC}{4} = 0, \quad \omega_{31} = 0$$

$$\frac{Z(\omega_{32})}{Z_0(\omega_{32})} = -1, \quad \frac{j\omega_{32}L}{4j \frac{1}{\omega_{32}C}} = -1, \quad \frac{\omega_{32}^2 LC}{4} = -1, \quad \omega_{32}^2 LC = -4,$$

$$\omega_{32} = \sqrt{\frac{4}{LC}} = 0,52 \cdot 10^4 \text{ рад/с.}$$

$$f_{32} = \omega_{32}/2\pi = 827 \text{ Гц}$$

Тобто маємо фільтр низьких частот, що пропускає в діапазоні частот від 0 до 827 Гц.

Задача 2

Розрахувати елементи фільтра та його характеристичний опір для узгодженого фільтру, згідно даним табл. 2. Зобразити графіки зміни затухання.

Таблиця 2

Варіант	Тип фільтру	Тип схеми заміщення	R_n , Ом	Частота зрізу, рад/сек
1	ФНЧ	Т-подібна	500	10^4
2	ФВЧ	Т-подібна	800	10^4
3	смуговий	Т-подібна	600	$10^4, 10^6$
4	ФНЧ	П-подібна	1000	10^6

5	ФВЧ	П-подібна	500	10^5
6	Смуговий	П-подібна	400	$10^2, 10^4$
7	ФНЧ	Т-подібна	400	10^5
8	ФВЧ	Т-подібна	500	$5 \cdot 10^4$
9	Смуговий	Т-подібна	200	$10^4, 10^8$
10	ФНЧ	П-подібна	280	10^3

Підведення підсумків заняття, постановка завдань на самостійну підготовку.

Необхідно дати оцінку участі у проведенні практичного заняття та рівня засвоєння навчального матеріалу кожним курсантом, вказати на типові помилки, які мали місце в ході вирішення задач, а також вказати рекомендації по вивченню та вдосконаленню навичок застосування навчального матеріалу.

Завдання на самостійну підготовку: 1. Вивчення матеріалу лекцій змістового модуля.

2. Вирішити завдання 11.10 – 11.11 згідно посібника [2].

3. Підготуватися до лабораторного заняття.