

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА
Кафедра «Электроэнергетика»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовой работе по дисциплине

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

на тему:

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

для студентов очной формы обучения
направления 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника»
профиль 1 «Электроснабжение»,
профиль 2 «Электропривод и автоматика»

редакция 0.9 РС

СИДОРОВ Сергей Владимирович

Тюмень 2014

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа предназначена для закрепления студентами базового материала курса теории электрических цепей.

Цель работы:

1. Сформировать основные сведения об электрических фильтрах, их назначении, классификации и применении в электроэнергетике.
2. Выяснить физические явления, положенные в основу действия электрических фильтров.
3. Изучить расчёт параметров схем фильтров типов k и m по заданным частотам среза ω_c и величине нагрузки R_n .
4. Научиться строить и анализировать характеристики фильтров.
5. Исследовать влияние параметров нагрузки на фильтрующие свойства фильтров.

1. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Электрические фильтры – это электромагнитные устройства, включаемые между источником энергии и нагрузкой, предназначенные для ограничения гармонического состава тока и напряжения.

Диапазон частот, пропускаемых фильтром без затухания, называется полосой прозрачности (полосой пропускания), а диапазон частот, пропускаемых с затуханием, – полосой затухания. Частота, разграничивающая полосы прозрачности и затухания, называется частотой среза ω_c .

По расположению полосы прозрачности различают электрические фильтры:

- нижних частот, полоса прозрачности которых лежит в диапазоне частот от 0 до ω_c ;
- верхних частот, полоса прозрачности которых лежит в диапазоне частот от ω_c до ∞ ;
- полосовые, полоса прозрачности которых лежит в диапазоне частот от ω_{c1} до ω_{c2} ;
- заграждающие, содержащие две полосы прозрачности: от 0 до ω_{c1} и от ω_{c2} до ∞ .

Изменение напряжения и тока при прохождении через электрический фильтр описывается двумя коэффициентами:

1. Коэффициентом затухания a , показывающем насколько изменяется действующее (или амплитудное) значение:

$$a_u = \ln \left(\frac{U_1}{U_2} \right), \quad a_i = \ln \left(\frac{I_1}{I_2} \right), \quad (1.1)$$

где U_1, I_1 – действующие значения напряжения и тока на входе фильтра;

U_2, I_2 – действующие значения напряжения и тока выходе фильтра.

Коэффициент затухания измеряется в неперах [Нп] или децибелах [дБ], причём $1 \text{ Нп} = 20 / \ln(10) \approx 8,686 \text{ дБ}$, т.е. в децибелах:

$$a_u = 20 \lg \left(\frac{U_1}{U_2} \right), \quad a_i = 20 \lg \left(\frac{I_1}{I_2} \right) \quad (1.2)$$

2. Коэффициентом фазы b , показывающем насколько изменяется фаза:

$$b_u = \psi_{u1} - \psi_{u2}, \quad b_i = \psi_{i1} - \psi_{i2}, \quad (1.3)$$

где ψ_{u1}, ψ_{i1} – начальные фазы напряжения и тока на входе фильтра;

ψ_{u2}, ψ_{i2} – начальные фазы напряжения и тока выходе фильтра.

Коэффициент фазы измеряется в радианах.

Зависимости от частоты входного напряжения коэффициентов затухания и фазы называются соответственно амплитудно-частотной $a(\omega)$ и фазочастотной $b(\omega)$ характеристиками:

Электрические фильтры собирают на базе Т- или П-схем, общий вид которых приведён на рис. 1.1.

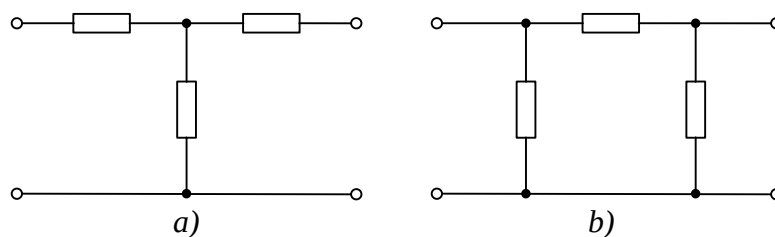


Рис. 1.1. Общий вид а) Т-схемы замещения б) П-схемы замещения фильтра

На рис. 1 элементы с нечётными индексами называются продольными, а с чётными – поперечными. Если произведение сопротивлений продольного и поперечного элементов вещественная положительная не зависящая от частоты ω величина, то схема является фильтром типа k .

Фильтр имеет два характеристических сопротивления Z_{c1} и Z_{c2} :

- Z_{c1} – входное сопротивление со стороны зажимов nm , если к зажимам pq подключена нагрузка, равная Z_{c2} ;
- Z_{c2} – входное сопротивление со стороны зажимов pq , если к зажимам nm подключена нагрузка, равная Z_{c1} .

В случае если $Z_{c1} = Z_{c2} = Z_c$ схема фильтра называется симметричной (рис. 1).

Сопротивление нагрузки Z_n , присоединяемой к выходным зажимам pq должно быть согласовано с характеристическим сопротивлением Z_{c2} , т.е. $Z_n = Z_{c2}$, входное сопротивление фильтра при этом должно быть равно Z_{c1} . Такое включение фильтра называют согласованным. В фильтрах типа k характеристические сопротивления существенно зависят от частоты в полосе прозрачности, что вызывает необходимость изменять сопротивление нагрузки от частоты, что нежелательно.

2. РАСЧЁТНОЕ ЗАДАНИЕ

В соответствии с номером варианта для электрического фильтра, параметры которого приведены в табл. 4.1 необходимо:

1. Рассчитать величины индуктивности L и ёмкости C заданной схемы фильтра типа k .
2. Вывести функцию и построить график зависимости характеристического сопротивления Z_c фильтра от угловой частоты ω .
3. Вывести функции коэффициента затухания a (в неперах или децибелах) и коэффициента фазы b по току и по напряжению для фильтра, работающего на согласованную нагрузку, построить его амплитудно-частотную и фазочастотную характеристики.
4. Вывести функции коэффициента затухания a (в неперах или децибелах) и коэффициента фазы b по току и по напряжению для фильтра, работающего на номинальную нагрузку R_n , построить его амплитудно-частотную и фазочастотную характеристики.
5. Используя метод наложения рассчитать напряжение на выходе фильтра, работающего в согласованном режиме, если на вход подано напряжение, аппроксимированное функцией:

$$u_1(t) = 24 \cdot \left(\sin(\omega t) + \frac{1}{3} \sin(3\omega t) + \frac{1}{5} \sin(5\omega t) + \frac{1}{7} \sin(7\omega t) \right), \quad (2.1)$$

где $\omega = \omega_c / 2$ для фильтра нижних частот;

$\omega = \omega_c / 6$ для фильтра верхних частот.

В одной системе координат для функций входного и выходного напряжений фильтра построить 1) линейчатые спектры и 2) осциллограммы.

6. Заключить схему k -фильтра между двумя Γ - и Π -полузвеньями m -фильтра, рассчитать величины и начертить схему соединений индуктивностей и ёмкостей полузвеньев при каскадном согласованном включении.
7. Для полученной в пункте 6 схемы фильтра выполнить пункты 2-5 данного расчётного задания.

Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики необходимо строить в диапазоне угловых частот от 0 до $2,5\omega_c$.

3. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Титульный лист установленного образца.
2. Реферат (1 балл): список ключевых слов, аннотация работы, перечень принятых в тексте сокращений (*объём – 1 стр.*).
3. Содержание.
4. Введение (2 балла): общее направление работы, её основные цели (*объём – 1 стр.*).
5. Основная часть (*объём – 20-30 стр.*).
 - 5.1. Общие сведения об электрических фильтрах, пояснение основных принципов их работы, классификации фильтров, частотные характеристики фильтров, общие методы оценки качества фильтров (15 баллов).
 - 5.2. Разработка схемы фильтра типа k .
 - выполненные пункты 1-5 расчётного задания, с приведением необходимых схем, обоснованием и описанием метода их расчёта (16 баллов);
 - сравнительный анализ работы фильтра типа k на согласованную и номинальную нагрузку на основании рассчитанных частотных характеристик и линейчатых спектров (8 баллов);
 - обоснование необходимости каскадного включения с фильтром типа k полувзвенье m -фильтра как способа качественного улучшения избирательных (фильтрующих) свойств (8 баллов).
 - 5.3. Разработка схемы фильтра типа m .
 - выполненные пункты 6-7 расчётного задания, с приведением необходимых схем, обоснованием и описанием метода их расчёта (25 баллов);
 - сравнительный анализ работы фильтра типа m на согласованную и номинальную нагрузку на основании рассчитанных частотных характеристик и линейчатых спектров (8 баллов).
 - 5.4. Применение фильтров различных видов в электроэнергетике (10 баллов) (*объём – 2 стр.*).
6. Заключение, обобщающее основные преимущества и недостатки электрических фильтров типов k и m (5 баллов) (*объём – 1-2 стр.*).
7. Список литературы (1 балл): 4-6 наименований, на которые даны ссылки в тексте курсовой работы; допускается включать в список литературы учебники, учебные пособия и статьи профильных печатных журналов.
8. Приложение (1 балл): графическая часть курсовой работы, содержащая основные рисунки с подрисуночными надписями.

Максимальный объём пояснительной записки к курсовой работе
40 страниц, включая приложение.

4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К РАБОТЕ

Исходные данные к курсовой работе приведены в табл. 4.1.

Тип фильтра: НЧ – нижних частот, ВЧ – верхних частот.

Вид схемы замещения k -фильтра – Т- или П-образная (рис. 1.1).

R_n – величина номинального сопротивления нагрузки.

ω_c – частота среза.

Таблица 4.1

Исходные данные к курсовой работе

гр. 1	тип фильтра	схема	R_n , Ом	ω_c , рад/с	гр. 2	тип фильтра	схема	R_n , Ом	ω_c , рад/с
1	НЧ	Т	100	400	1	НЧ	Т	160	1250
2	НЧ	Т	100	500	2	НЧ	Т	200	400
3	НЧ	Т	100	625	3	НЧ	Т	200	500
4	НЧ	Т	100	800	4	НЧ	Т	200	625
5	НЧ	Т	100	1000	5	НЧ	Т	200	1000
6	НЧ	Т	100	1250	6	НЧ	Т	200	1250
7	НЧ	Т	160	500	7	НЧ	Т	250	400
8	НЧ	Т	160	625	8	НЧ	Т	250	500
9	НЧ	П	100	400	9	НЧ	П	200	500
10	НЧ	П	100	500	10	НЧ	П	200	625
11	НЧ	П	100	625	11	НЧ	П	200	1000
12	НЧ	П	100	1000	12	НЧ	П	200	1250
13	НЧ	П	100	1250	13	НЧ	П	250	800
14	НЧ	П	160	625	14	НЧ	П	250	1000
15	НЧ	П	160	1250	15	НЧ	П	400	1250
16	ВЧ	Т	100	400	16	ВЧ	Т	200	625
17	ВЧ	Т	100	500	17	ВЧ	Т	200	1000
18	ВЧ	Т	100	625	18	ВЧ	Т	200	1250
19	ВЧ	Т	100	1000	19	ВЧ	Т	250	500
20	ВЧ	Т	100	1250	20	ВЧ	Т	250	1000
21	ВЧ	Т	160	625	21	ВЧ	Т	320	625
22	ВЧ	Т	160	1250	22	ВЧ	Т	400	500
23	ВЧ	Т	200	500	23	ВЧ	Т	400	625
24	ВЧ	П	100	500	24	ВЧ	П	200	1250
25	ВЧ	П	100	625	25	ВЧ	П	250	400
26	ВЧ	П	100	1000	26	ВЧ	П	250	500
27	ВЧ	П	100	1250	27	ВЧ	П	250	1000
28	ВЧ	П	160	625	28	ВЧ	П	400	625
29	ВЧ	П	200	500	29	ВЧ	П	400	1250
30	ВЧ	П	200	625	30	ВЧ	П	500	1000