

Новосибирский государственный технический университет

Методические указания
по выполнению контрольной работы
по курсу «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»
для студентов заочного отделения

Факультет Энергетики

Автор: к.т.н. Нестеров С.В.

Кафедра: Учебно-научная лаборатория
электротехнического материаловедения

Новосибирск 2012

Общие требования к выполнению работы и к оформлению отчета

1. Отчет по работе оформляется на листах формата А4, на одной стороне листа. На первом (титульном листе) указывается название университета, кафедры, предмета, название (тема) КР, номер варианта и год выполнения работы. Также указывается Ф.И.О. преподавателя, группа, Ф.И.О. студента. Отчет может быть как рукописным, так и машинописным.

2. Отчет должен содержать:

- полный текст задания;
- описательную часть поставленной задачи;
- расчетную схему фильтра;
- все промежуточные результаты расчетов с указанием единиц измерения;
- графические результаты расчетов (АЧХ);
- выводы по работе.

3. Расчет производится в комплексных величинах, обязательно указывать единицы измерений.

4. При использовании дополнительной литературы указать ссылки и привести список литературы.

1. Анализ пассивных частотных фильтров

1.1 Задание

Для анализа задан тип, порядок и структура пассивного частотного фильтра с определенными номиналами его элементов и сопротивлений генератора Z_Q и нагрузки Z_S .

Состав работы:

1. Объясните принцип работы частотных фильтров, области их применения.
2. Нарисуйте заданную схему фильтра и обозначьте на ней номиналы элементов.
3. Рассчитайте зависимость коэффициента передачи фильтра (в дБ) от частоты.
4. Постройте АЧХ фильтра в диапазоне частот 10 Гц..100 кГц. Масштаб по оси частот – логарифмический.
5. По графику АЧХ фильтра определите и укажите частоту среза, произведите расчет крутизны спада АЧХ в полосе подавления и определите по нему порядок фильтра.
6. Определите частоты, на которых исходный синусоидальный сигнал будет ослаблен фильтром в 100 и 1000 раз.
7. Рассчитайте и постройте АЧХ при заданном изменении номиналов элементов фильтра - при заданном увеличении или уменьшении емкости C или индуктивности L .
8. Сделайте вывод по результатам расчетов, опишите влияние изменения номиналов элементов на характеристики фильтра.

1.2 Варианты заданий

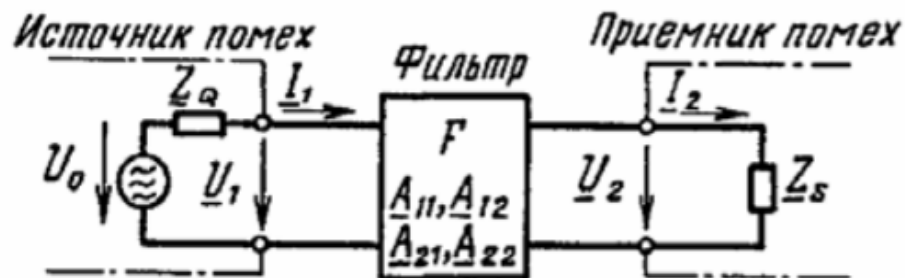
Вар.	Тип фильтра	Порядок/ Структура	Z _Q , Ом	Z _S , Ом	L1, мГн	C1, нФ	L2, мГн	C2, нФ	Изменение номиналов
1	ФНЧ	3 / Т	75	75	11,9	4244	11,9	-	0,1*L1
2	ФНЧ	3 / Т	100	100	7,96	1592	7,96	-	10*L1
3	ФНЧ	3 / П	750	750	-	70,7	79,6	70,7	0,1*C1
4	ФНЧ	3 / П	1000	1000	-	39,8	79,6	39,8	10*C1
5	ФНЧ	3 / Т	75	75	2,98	1061	2,98	-	0,2*L2
6	ФНЧ	3 / Т	100	100	5,3	1061	5,3	-	5*L2
7	ФНЧ	3 / П	750	750	-	106,1	119,4	106,1	0,2*C2
8	ФНЧ	3 / П	1000	1000	-	159,1	318,3	159,1	5*C2
9	ФНЧ	2 / Г	75	75	-	3000	16,9	-	0,25*C1
10	ФНЧ	2 / Г	750	750	84,4	150,1	-	-	0,25*L1
11	ФВЧ	3 / Т	75	75	-	707,4	1,99	707,4	0,1*C1
12	ФВЧ	3 / Т	100	100	-	397,8	1,99	397,8	10*C1
13	ФВЧ	3 / П	750	750	23,9	21,2	23,9	-	0,1*L2
14	ФВЧ	3 / П	1000	1000	26,5	13,3	26,5	-	10*L2
15	ФВЧ	3 / Т	75	75	-	356,7	0,995	353,7	0,2*C2
16	ФВЧ	3 / Т	100	100	-	318,3	1,59	318,3	5*C2
17	ФВЧ	3 / П	750	750	29,8	26,5	29,8	-	0,2*L1
18	ФВЧ	3 / П	1000	1000	53,1	26,5	53,1	-	5*L1
19	ФВЧ	2 / Г	75	75	4,22	750,3	-	-	5*C1
20	ФВЧ	2 / Г	750	750	-	150	84,4	-	5*C1
21	ФНЧ	3 / Т	75	75	15,9	5659	15,9	-	0,1*L1
22	ФНЧ	3 / Т	100	100	31,8	6366	31,8	-	10*L1
23	ФНЧ	3 / П	750	750	-	282,9	318,3	282,9	0,1*C1
24	ФНЧ	3 / П	1000	1000	-	159,1	318,3	159,1	10*C1
25	ФВЧ	3 / Т	75	75	-	1061	2,98	1061	0,1*L2
26	ФВЧ	3 / Т	100	100	-	530,5	2,65	530,5	10*L2
27	ФВЧ	3 / П	750	750	17,1	15,16	17,1	-	0,1*C1
28	ФВЧ	3 / П	1000	1000	26,5	13,3	26,5	-	10*C1
29	ФНЧ	2 / Г	75	75	1,69	300,1	-	-	0,1*L1
30	ФНЧ	2 / Г	750	750	-	37,5	21,1	-	10*L2
31	ФНЧ	3 / Т	75	75	11,9	4244	11,9	-	0,1*C1
32	ФНЧ	3 / Т	100	100	7,96	1592	7,96	-	10*C1
33	ФНЧ	3 / П	750	750	-	70,7	79,6	70,7	0,1*L2
34	ФНЧ	3 / П	1000	1000	-	39,8	79,6	39,8	10*L2
35	ФНЧ	3 / Т	75	75	2,98	1061	2,98	-	0,2*C2
36	ФНЧ	3 / Т	100	100	5,3	1061	5,3	-	5*C2
37	ФНЧ	3 / П	750	750	-	106,1	119,4	106,1	0,2*L1
38	ФНЧ	3 / П	1000	1000	-	159,1	318,3	159,1	5*L1
39	ФНЧ	2 / Г	75	75	-	3000	16,9	-	5*C1
40	ФНЧ	2 / Г	750	750	84,4	150,1	-	-	5*C1
41	ФВЧ	3 / Т	75	75	-	707,4	1,99	707,4	0,1*L1
42	ФВЧ	3 / Т	100	100	-	397,8	1,99	397,8	10*L1
43	ФВЧ	3 / П	750	750	23,9	21,2	23,9	-	0,1*C1
44	ФВЧ	3 / П	1000	1000	26,5	13,3	26,5	-	10*C1
45	ФВЧ	3 / Т	75	75	-	356,7	0,995	353,7	0,1*L2
46	ФВЧ	3 / Т	100	100	-	318,3	1,59	318,3	10*L2
47	ФВЧ	3 / П	750	750	29,8	26,5	29,8	-	0,1*C1
48	ФВЧ	3 / П	1000	1000	53,1	26,5	53,1	-	10*C1
49	ФВЧ	2 / Г	75	75	4,22	750,3	-	-	0,1*L1
50	ФВЧ	2 / Г	750	750	-	150	84,4	-	10*L2

1.3 Указания к выполнению работы

1.3.1 Составление схемы фильтра

В соответствии с заданием (заданы структура, порядок и тип фильтра) следует составить принципиальную схему фильтра и отметить на ней номиналы ее элементов. Общее правило при составлении схемы фильтра: в ФНЧ индуктивности включены последовательно с сигналом, емкости – на землю, в ФВЧ – наоборот. В качестве сопротивлений генератора и нагрузки используются чисто активные сопротивления. Порядок следования элементов в фильтре определен в задании наличием или отсутствием значений номиналов его элементов.

Для анализа и выполнения расчетов удобно представление фильтра в виде четырехполюсника F:



1.3.2 Расчет фильтра

Если представить фильтр в виде четырехполюсника, то его коэффициент пропускания, выраженный в дБ, определяется по выражению:

$$a_e = -20 \lg \left| \frac{Z_S}{Z_Q + Z_S} \dot{A}_{11} + \frac{1}{Z_Q + Z_S} \dot{A}_{12} + \frac{Z_Q Z_S}{Z_Q + Z_S} \dot{A}_{21} + \frac{Z_Q}{Z_Q + Z_S} \dot{A}_{22} \right|, \quad *(1.1)$$

где Z_Q – сопротивление источника (генератора) сигнала, Z_S – сопротивление нагрузки.

* под логарифмом – модуль комплексного числа.

Параметры четырехполюсников, соответствующие структура и порядок используемых в работе фильтров приведены в таблице:

Структура, порядок	Схема	Коэффициент			
		\dot{A}_{11}	\dot{A}_{12}	\dot{A}_{21}	\dot{A}_{22}
Г 2		$1 + \dot{Z}_1 / \dot{Z}_0$	\dot{Z}_1	$1 / \dot{Z}_0$	1
Г 2		1	\dot{Z}_2	$1 / \dot{Z}_0$	$1 + \dot{Z}_2 / \dot{Z}_0$
Т 3		$1 + \dot{Z}_1 / \dot{Z}_0$	$\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + \frac{\dot{Z}_1 \dot{Z}_2}{\dot{Z}_0}$	$1 / \dot{Z}_0$	$1 + \dot{Z}_2 / \dot{Z}_0$
П 3		$1 + \dot{Z}_0 / \dot{Z}_2$	\dot{Z}_0	$1 / \dot{Z}_1 + 1 / \dot{Z}_2 + \frac{\dot{Z}_0}{\dot{Z}_1 \dot{Z}_2}$	$1 + \dot{Z}_0 / \dot{Z}_1$

По таблице и соответствующей схеме фильтра следует определить формулы для коэффициентов четырехполюсника $A_{11}, A_{12}, A_{21}, A_{22}$ и подставить их в формулу (1.1).

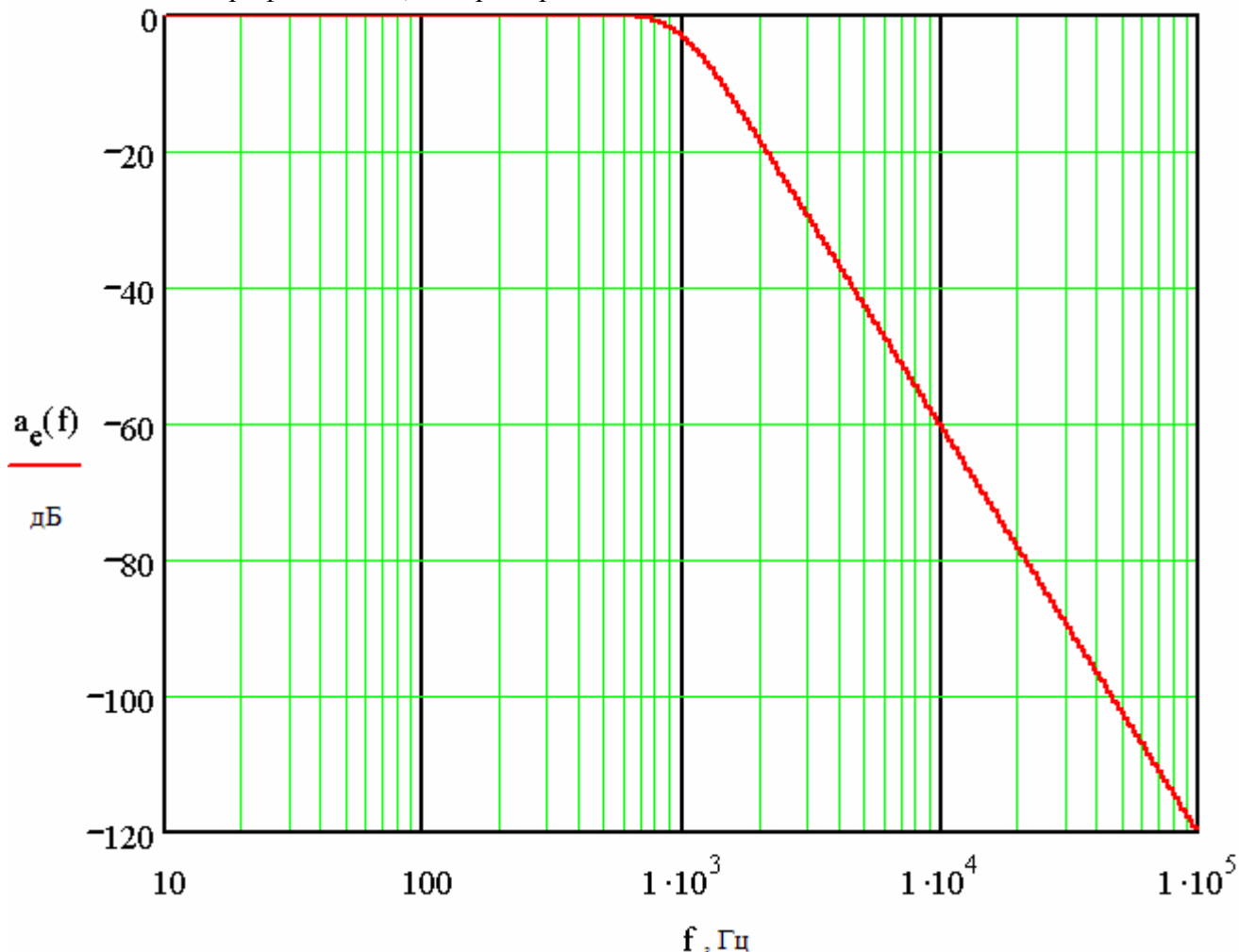
В качестве комплексных сопротивлений элементов фильтра Z_0, Z_1 и Z_2 принимаются реактивные сопротивления соответствующих схеме элементов – индуктивностей и емкостей:

$$X_L = j\omega L, X_C = \frac{1}{j\omega C}, \omega = 2\pi f,$$

где f – частота, Гц.

По полученному выражению следует произвести расчет коэффициента пропускания в заданном диапазоне частот. Рекомендуемые для расчета значения частот: 10, 100, 200, 500 Гц, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 кГц.

По рассчитанным значениям коэффициента пропускания строится АЧХ фильтра (масштаб по оси частот – логарифмический), например АЧХ ФНЧ:



На полученном графике АЧХ отмечается частота среза, определяемая при отклонении АЧХ на -3 дБ от максимального значения коэффициента пропускания фильтра. Крутизна спада АЧХ определяется на линейном участке АЧХ в полосе подавления в децибелах (дБ) при двойном изменении частоты (одна октава). Следует соотнести полученную крутизну спада АЧХ с порядком фильтра.

Затем аналогично следует провести расчет АЧХ фильтра при изменении номиналов элементов фильтра – изменении заданной емкости или индуктивности. Полученную при этом АЧХ следует построить на том же графике, где построена исходная АЧХ и описать различия этих АЧХ.

Отметить на графике АЧХ частоты, на которых исходный синусоидальный сигнал будет ослаблен фильтром в 100 и 1000 раз. Указать, какому затуханию в дБ будут они соответствовать.

Сделать выводы по работе.