

Московский Физико-Технический Институт
(государственный университет)

Работа 25

Сибгатуллин Булат, ФРКТ

Цель работы:

text

В работе используются:

text

1 Выполнение задания

1.1 Ознакомительные шаги

1. Откроем в Micro-Cap файл adm3p.cir, в котором подготовлены схемы лестничных фильтров порядка $n = 3$, реализующих входной адмиттанс.

1.2 Трехполюсные лестничные фильтры

1. Откроем модель adm3p.cir и реализуем лестничные фильтры третьего порядка с параметрами:

$$R_0 = 50, \quad f_0 = 1MHz, \quad Q = 10.$$

Для этого вычислим эталонные значения:

$$L_0 = \frac{R_0}{2\pi f_0}, \quad C_0 = \frac{1}{2\pi f_0 R_0}$$

и установим на схеме номиналы компонентов f_0, Q, R_0, L_0, C_0 .

2. Сравним частотные характеристики фильтров с теоретическими, удостоверимся в правильности расчетов.
3. Сравним частотные характеристики по напряжению и по мощности. Измерим уровни затухания по мощности на границах полос пропускания, там где затухание по напряжению составляет 0.7. Запишем получившиеся данные в таблицу:

	ФНЧ	ФВЧ	Полосовой	Режекторный
Затухание по мощности	0,5	0,5	0,5	0,5

Исследуем степень деградации характеристик фильтра нижних частот при варьировании сопротивления источника RSL и нагрузки RLL от 25 до 75 с шагом 25.

	RLL		RSL	
	Напряжение	Мощность	Напряжение	Мощность
25	0,33	0,44	0,66	1,77
50	0,5	1	0,5	1
75	0,6	1,43	0,4	0,625

4. Изучим фазовые характеристики фильтров, измерим значения фазовых сдвигов на нулевой и бесконечной частотах:

ω	ФНЧ	ФВЧ	Полосовой	Режекторный
0	0	$-\pi/2$	$3\pi/2$	0
∞	$-3\pi/2$	-2π	$-3\pi/2$	0

5. Выведем логарифмическую частотную характеристику фильтра нижних частот в диапазоне $1\text{Meg}, 100\text{k}$ (логарифмическая шкала) и измерим по ней уровни затухания в децибелах на частотах $0, f_0, 2f_0, 10f_0$:

f	0	f_0	$2f_0$	$10f_0$
$K(f_0)$	-6	-9	-24,2	-66

6. Выведем логарифмическую частотную характеристику полосового фильтра в диапазоне $1500\text{k}, 500\text{k}$ (линейная шкала) и измерим по ней уровень подавления на частоте f_0 :

$$K(f_0) = -6 \text{ dB}.$$

Измерим одностороннюю ширину Δf полосы пропускания по уровню -3dB и уровень затухания при расстройках на $2 \Delta f, 10 \Delta f$ от частоты f_0 :

$$\Delta f = 49 \text{ k}$$

$$K(f_0 - 2 \Delta f) = -19 \text{ dB}, \quad K(f_0 + 2 \Delta f) = -16 \text{ dB}$$

$$K(f_0 - 10 \Delta f) = -69,7 \text{ dB}, \quad K(f_0 + 10 \Delta f) = -55 \text{ dB}$$

7. По логарифмической частотной характеристике режекторного фильтра в диапазоне частот $1500, 500\text{k}$ измерим ширины полос по уровням $-3\text{dB}, -43\text{dB}, -63\text{dB}$:

$K(f_0 \pm \Delta f), \text{ dB}$	-3	-43	-63
Δf	50k	10k	4,5k

2 Фильтры низших частот высших порядков

1. Откроем модель `batt.cir`, в которой реализованы фильтры Баттерворта нижних частот с параметрами $R_0 = 100, f_0 = 1\text{MHz} (L_0 = 15.916, C_0 = 1.592\text{n})$ порядков от 3 до 7. Изучим их частотные и переходные характеристики. По логарифмическим графикам в диапазоне $10\text{Meg}, 100\text{k}$ измерим затухания на частотах $f_0, 2f_0$ и $10f_0$:

Фильтр Баттерворта	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7
$K(f_0), \text{ dB}$	-3.03	-3.04	-3.04	-3.04	-3.04
$K(2f_0), \text{ dB}$	-18.15	-24.13	-30.13	-36.15	-42.18
$K(10f_0), \text{ dB}$	-60.02	-80.03	-100.03	-120.03	-140.03

2. Повторим те же исследования для фильтров Чебышева с неравномерностями 0.5 dB (файл `cheb0-5.cir`) и 3 dB (файл `cheb3-0.cir`)

Чебышева 0.5 dB	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7
$K(2f_0), dB$	-19,2	-30,6	-42,1	-53,5	-64,9
$K(10f_0), dB$	-62,8	-88,9	-114,9	-140,9	-166,9
Чебышева 3.0 dB	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7
$K(2f_0), dB$	-28,3	-39,7	-51,2	-62,6	-74,1
$K(10f_0), dB$	-72,0	-98,0	-124,0	-150,0	-176

3. Вернемся к `batt.cir` и перенастроим фильтры на $R_0 = 50$, $f_0 = 10 MHz$:

3 Семиполусной фильтр

1. Открыв файл `pb7p.cir` реализуем семиполусной фильтр Чебышева с неравномерностью 3 dB. для тракта усилителя промежуточной частоты приемника с параметрами $R_0 = 600$, $f_0 = 465 kHz$ и двухсторонней полосой $\Delta f = 24 kHz$, $Q = \frac{f_0}{\Delta f} = 19.375$. По логарифмической частотной характеристике измерим избирательность по соседнему каналу - уровень затухания при расстройках на $\pm 24 kHz$ от f_0 :

$+24 kHz$	-72.294 dB
$-24 kHz$	-75.923 dB

Аналогично посчитаем разрешающую способность для фильтра Чебышева 0.5 dB:

$+24 kHz$	-63.173 dB
$-24 kHz$	-66.802 dB

И для фильтра Баттерворта:

$+24 kHz$	-40.655 dB
$-24 kHz$	-43.798 dB