

Московский Физико-Технический Институт
(национальный исследовательский университет)

Лабораторная работа №19

Задания 2, 4, 5

Баканова К.В., Б01-003

апрель 2022 г.

2 Активные звенья с двойным Т-мостом

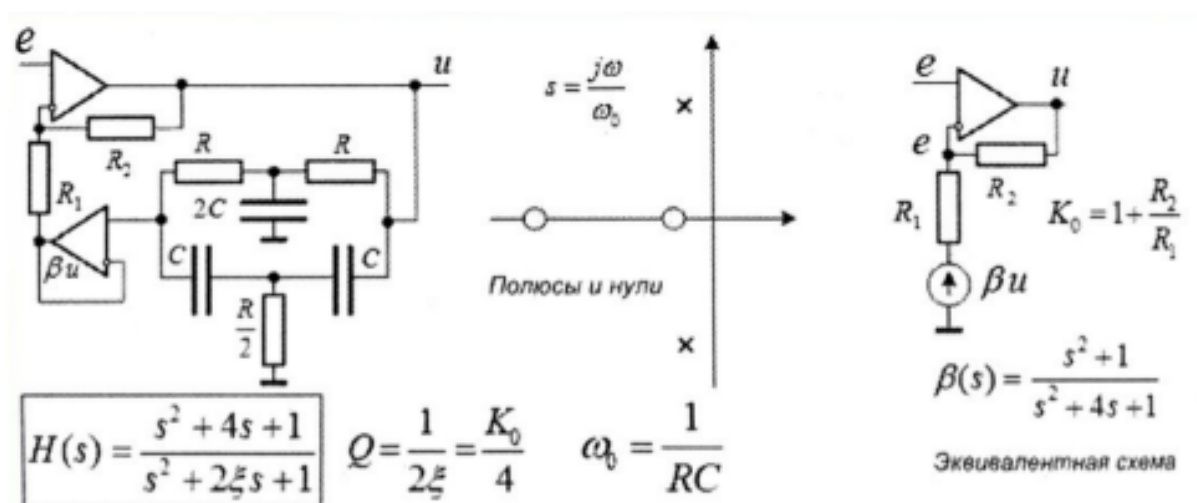


Рис. 1: Полосовой фильтр с двойным Т - мостом.

2.1

Откроем модель полосового фильтра с $f_0 = 10\text{к}$, $K_0 = 20$. Измерим усиление на частоте f_0 и полосу Δf по уровню -3dB. Получаем $K_0 = 20.92$, $\Delta f = 1.93$ ($R_2 = 20\text{к}$).

R_2 , Ом	40k	60k	80k	100k
K_0	41,02	61,12	81,11	101,24
Δf , Гц	979	643	495	397

2.2

Изучим поведение фильтра при разбалансировании моста варьированием R_5 . Снимем зависимость от R_5 пикового усиления.

R_5 , Ом	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
K_0	32,45	43,76	79,67	956,78	90,57	42,88	28,11	20,97	16,88

2.3

Измерим уровни скачка в нуле и первого выброса: уровень скачка - 1В при $R_5 = 5\text{к}$ Ом. Оценим значение R_5 , при котором фильтр теряет устойчивость.

R_5 , Ом	5k	4,5k	4k	3,5k	3k	2,5k
выброс	4,29	4,49	4,72	5,0	5,36	5,82

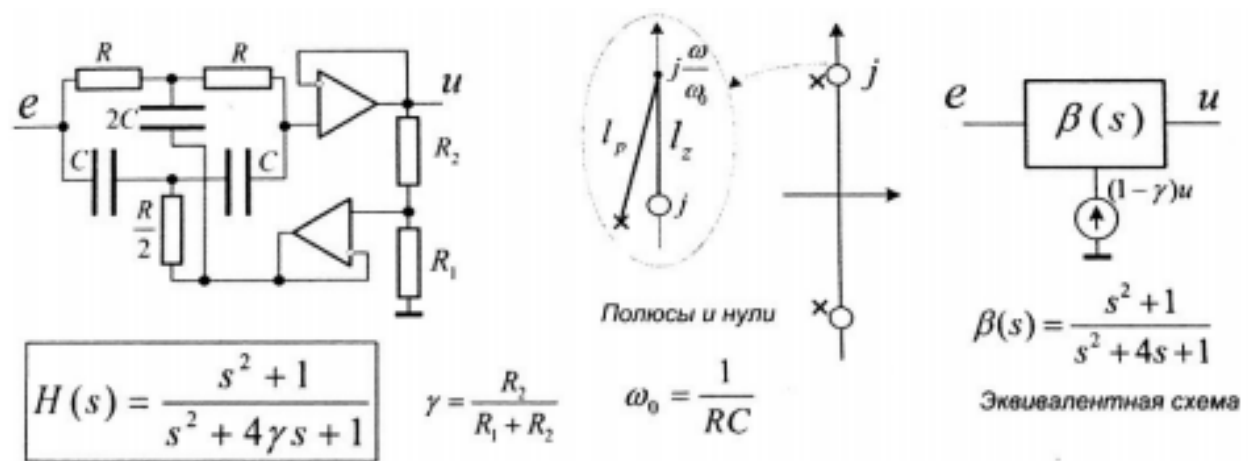


Рис. 2: Режекторный фильтр с двойным Т - мостом.

2.4

Откроем модель режекторного фильтра с $f_0 = 10\text{к}$, $\gamma = 0.1$.

Измерим ширину полосы режекции Δf по уровню $0.7 = 3\text{дБ}$. Получим: $\Delta f = 4.07\text{кГц}$.

2.5

Измерим уровни скачка в нуле и первого выброса. Получим: уровень скачка - 1В, первый выброс - 697.5 мВ.

4 Звенья Саллена-Ки.

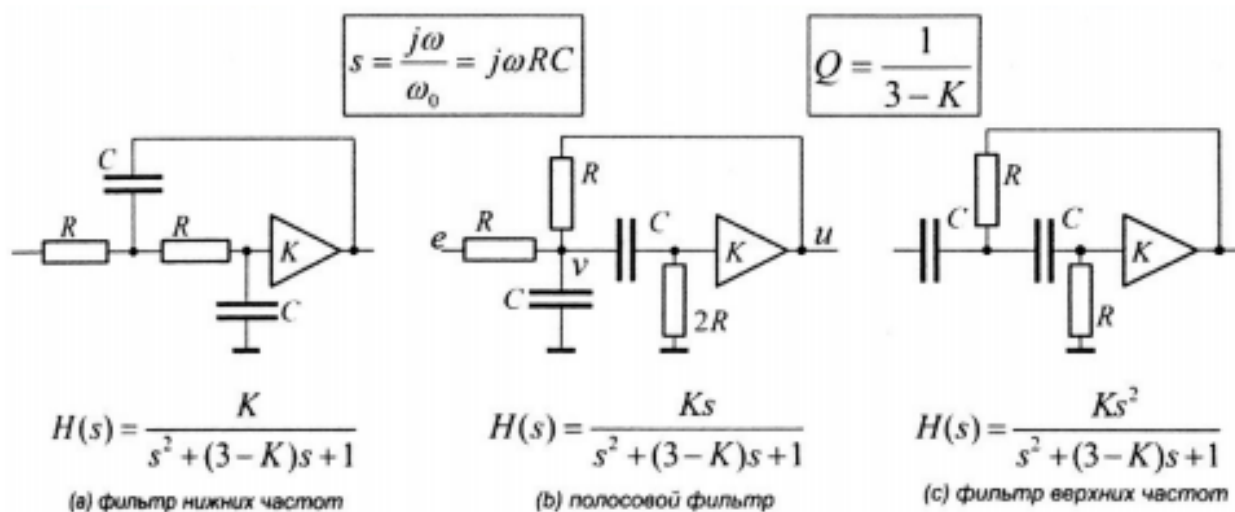


Рис. 3: Звенья Саллена-Ки.

4.1

Откроем модель звеньев Саллена-Ки с частотой $f_0 = 10k$ и добротностью $Q = 1$. Измерим значения коэффициентов передачи при $f = f_0$. Получим:

$$K_0 = 2, k_{lp} = 29.44, K_{hp} = 28.485, K_{bp} = 28.898$$

4.2

Откроем модель с фильтрами Баттерворта верхних и нижних частот порядка $n = 3$ на частоту среза $f_0 = 10k$. Измерим скорости спада в dB на октаву и затухания на частотах $f_0/2, 2f_0$:

ВЧ: затухание на $f_0/2$: 18 dB, скорость спада $15 \frac{dB}{дек}$ дек

НЧ: затухание на $2f_0$: 18 dB, скорость спада $15 \frac{dB}{дек}$ дек .

Измерим уровни затухания фильтров Чебышева на частотах $f_0/2, 2f_0$:

ВЧ: затухание на $f_0/2$: 30 dB, скорость спада $18 \frac{dB}{деб}$ дек

НЧ: затухание на $2f_0$: 30 dB, скорость спада $18 \frac{dB}{деб}$ дек .

4.3

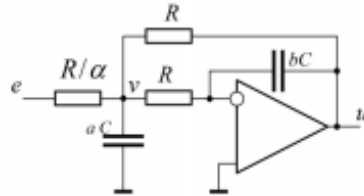
Откроем прототип , реализуем 4-полюсной полосовой фильтр Чебышева с $f_0 = 10k$, $\epsilon = 1$, $Q = \frac{f_0}{\Delta f} = 6$. Измерим затухания на частотах $f_0/2, 2f_0, f_0/10, 10f_0$.

f	$f_0/2$	$2f_0$	$f_0/10$	$10f_0$
затухание	1,83	1,75	-27,9	-27,9

5 Звенья с двойной обратной связью.

5.1

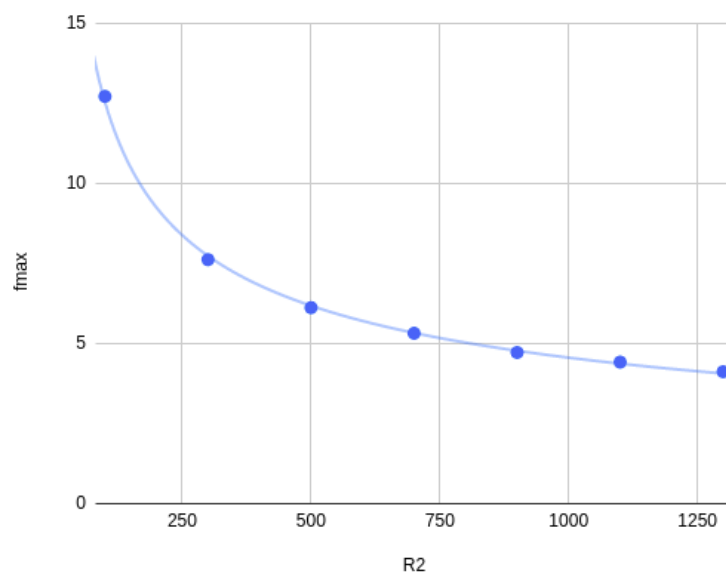
Полосовое звено с $f_0 = 5k$, $K_0 = 5$, $Q = 15$



$f_{max} = 4.980k$, $\Delta f = 338$ - ширина полосы по уровню 0.7. $Q = \frac{f_{max}}{\Delta f} = 14.7$, $QK_0 = 73.5$ - пиковое усиление.

Построим график зависимости частоты пика от R_2

R_2	100	300	500	700	900	1100	1300
f	12,7k	7,6k	6,1k	5,3k	4,7k	4,4k	4,1k



На практике:

$$f_{max} = 5.05k, K_0 = 5.77$$