

Лабораторная работа № 6 ДО

Частотные характеристики пассивных электрических цепей
второго порядка

Подготовка к работе

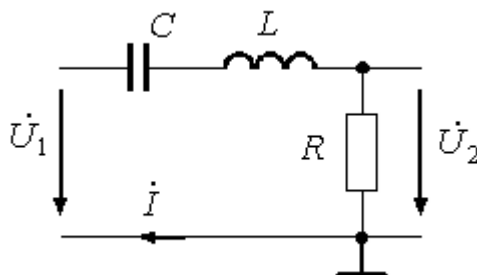
1. Частотные характеристики RLC цепей.1.1. Вывод выражения для комплексной передаточной функции RLC цепи – рис.6.1.

Рис.6.1. – Схема фильтра второго порядка.

Параметры цепи:

$$R = 1080 \text{ Ом}, L = 30 \text{ мГн}, C = 6 \text{ нФ},$$

N – номер студента по журналу, M – номер группы.

Определение $H(p)$

$$H(p) = U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}} = R / (R + pL + 1/pC) = RpC / (LCp^2 + RpC + 1) = p(R/L) / (p^2 + p(R/L) + 1/(LC)) =$$

$$p(w_0/Q) / (p^2 + p(w_0/Q) + w_0^2)$$

$$p \rightarrow jw$$

$$H(jw) = jw(w_0/Q) / \sqrt{((w_0^2 - w^2)^2 + (ww_0/Q)^2)} =$$

$$(w(w_0/Q) \angle 90^\circ) / (\sqrt{((w_0^2 - w^2)^2 + (ww_0/Q)^2)} \angle \arctg((ww_0/Q) / (w_0^2 - w^2)))$$

$$\omega_0 = \sqrt{1/LC} = 74535.599 \text{ рад/с}$$

$$f_0 = 11.86271 \text{ кГц}$$

1.2. Расчет АЧХ и ФЧХ фильтра для двух значений R : найденного в п.1.1 (R_1) и имеющего значение в 10 раз больше найденного в п.1.1 ($R_2 = 10 R_1$).

Для упрощения процесса построения графиков целесообразно, введя обозначение $f_k = k f_0$, получить выражения относительно переменной k и рассчитать АЧХ и ФЧХ для значений k , приведенных в таблице: $k = 0.3, 0.5, 0.8$ и т.д. Результаты расчета занести в таблицу этого пункта и построить графики АЧХ и ФЧХ в зависимости от соответствующих значений частоты f_k .

$$H(w) = w(w_0/Q) / \sqrt{((w_0^2 - w^2)^2 + (ww_0/Q)^2)} = \|w = kw_0\| = k(w_0^2/Q) / \sqrt{((w_0^2 - kw_0^2)^2 + (k(w_0^2/Q))^2)} = (k/Q) / \sqrt{((1 - k^2)^2 + (k/Q)^2)}$$

$$\varphi(w) = 90 - \arctg((ww_0/Q) / (w_0^2 - w^2)), w < w_0$$

$$\varphi(w) = -90 - \arctg((ww_0/Q) / (w_0^2 - w^2)), w > w_0$$

$$\|w = kw_0\|$$

$$\varphi(w) = 90 - \arctg((k/Q) / (1 - k^2)), w < w_0$$

$$\varphi(w) = -90 - \arctg((k/Q) / (1 - k^2)), w > w_0$$

	f	$0.3f_0$	$0.5f_0$	$0.8f_0$	f_0	$1.2f_0$	$1.5f_0$	$1.8f_0$	$2.0f_0$	$2.5f_0$	$3.0f_0$
$R_1 = 1.08 \text{ кОм}$	$H(f)$	0,1573	0,3066	0,7317	1	0,7965	0,5015	0,3619	0,3066	0,2242	0,1783
	$\psi(f)$	80.951	72.148	42.969	0	-37.198	-59.899	-68.784	-72.148	-77.045	-79.732
$R_2 = 10.8 \text{ кОм}$	$H(f)$	0.8469	0.9550	0.9957	1	0.9971	0.9854	0.9684	0.9550	0.9171	0.8755
	$\psi(f)$	32.1247	17.2496	5.3217	0	-4.3404	-9.7872	-14.4453	-17.2496	-23.4946	-28.8987

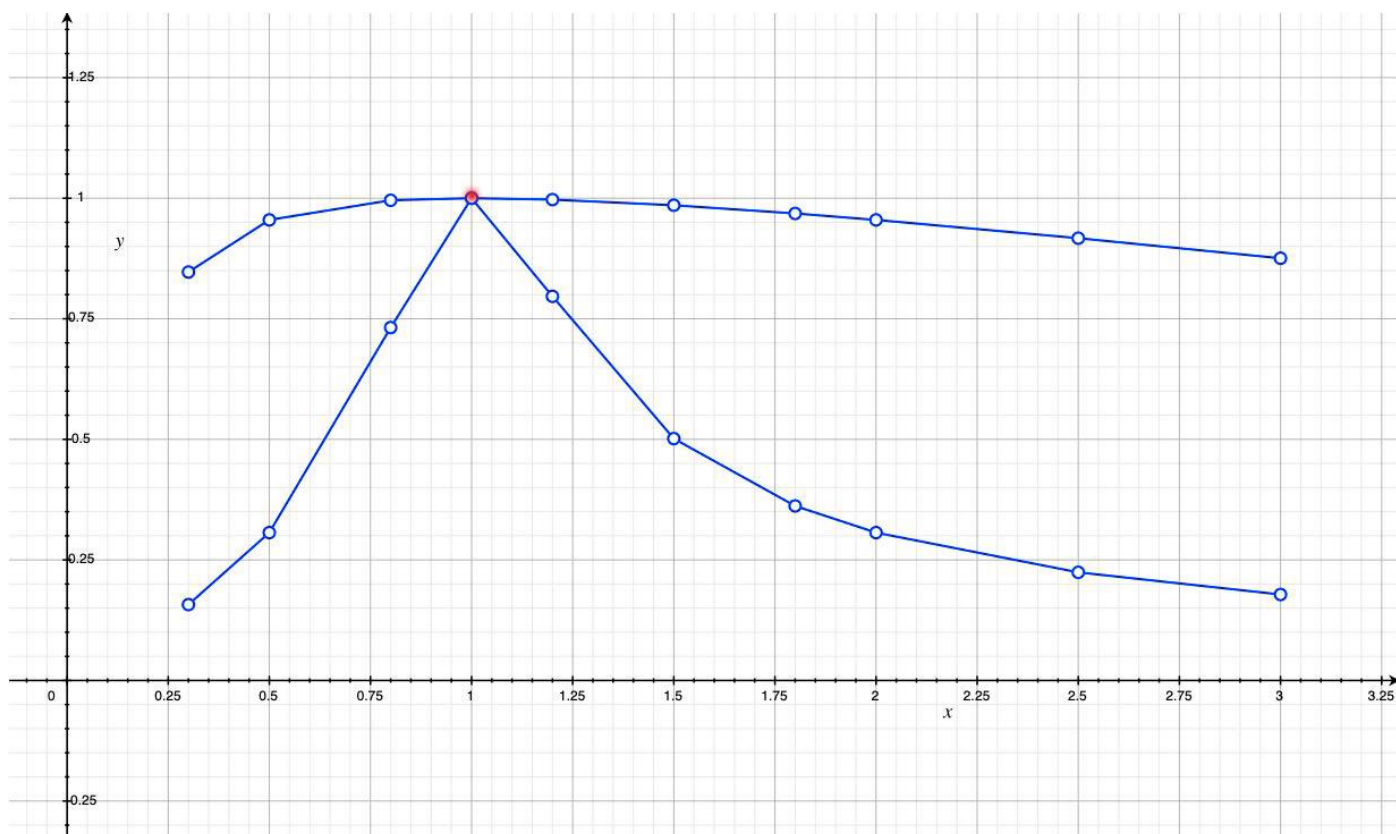
Определение резонансной линейной частоты и добротности контура.

Расчетные формулы: $\omega_0 = \sqrt{1/LC}$ $f_0 = \omega_0/2\pi$ $Q = \omega_0 L/R$

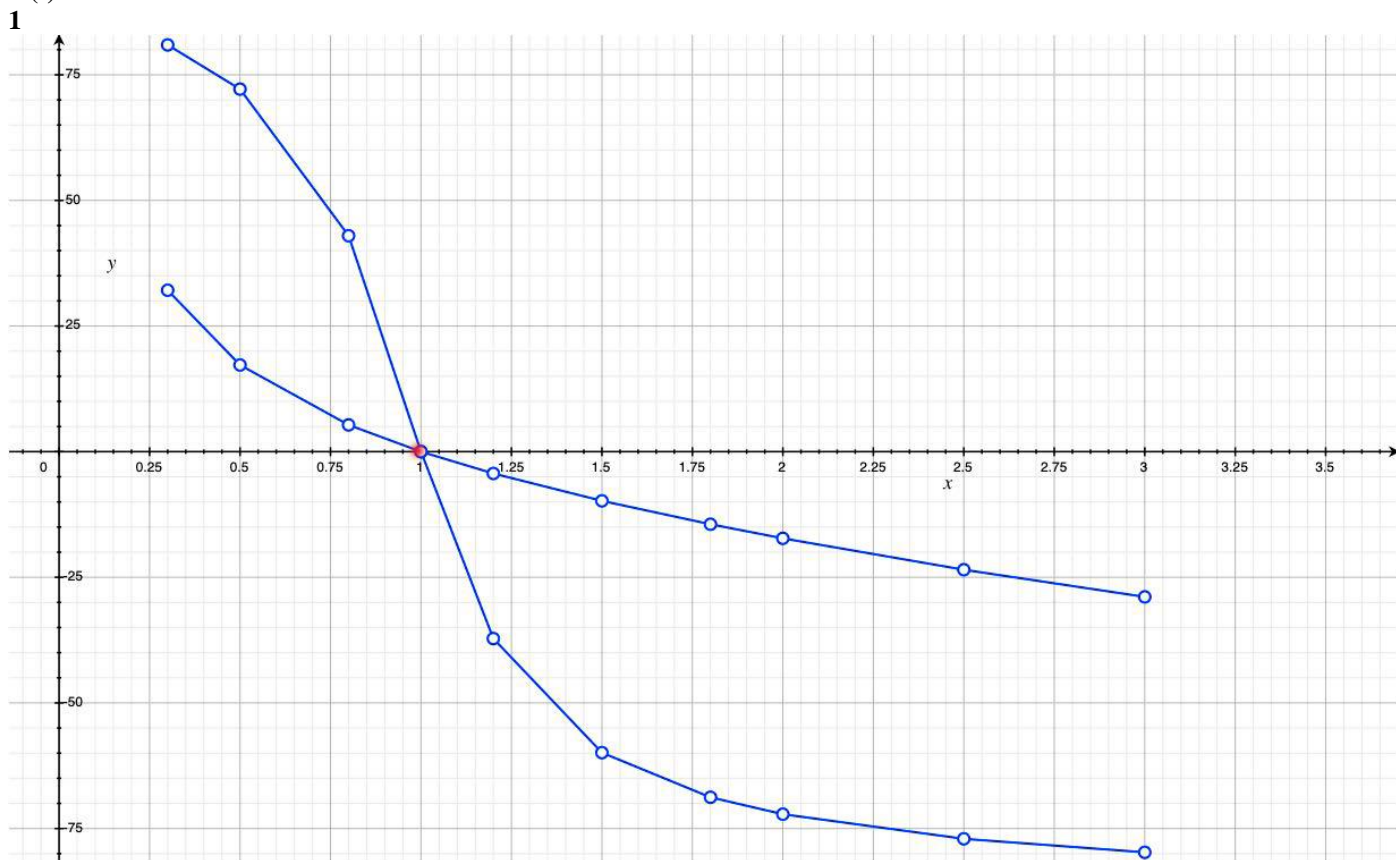
$R_1 = 1.08 \text{ кОм}$	$R_2 = 10.8 \text{ кОм}$
$\omega_0 = 74535.599 \text{ рад/с}$ $f_0 = 11.86271 \text{ кГц}$ $Q = 2.07$	$\omega_0 = 74535.599 \text{ рад/с}$ $f_0 = 11.86271 \text{ кГц}$ $Q = 0.207$

Построить на миллиметровой бумаге формата А4 АЧХ и ФЧХ схемы 6.1 (частотные характеристики при разных величинах R совместить на одном графике; частоту откладывать в Герцах, **фазу – в градусах**). Отметить на полученных характеристиках резонансную частоту фильтра.

Частоту откладывать по оси абсцисс в линейном масштабе.



$H(f)$



$\phi(f)$

1.3. Вывод выражения для комплексной передаточной функции схемы рис. 6.2.
Расчет АЧХ схемы.

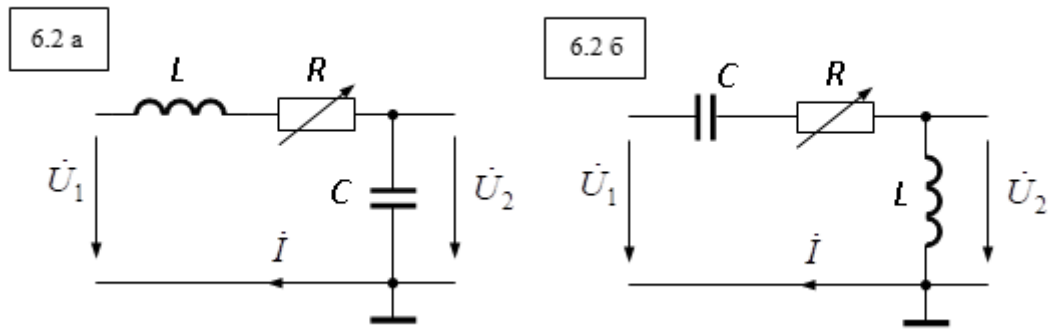


Рис.6.2. Схемы фильтров второго порядка. Схема 6.2 а для нечетных номеров N, схема 6.2 б – для четных номеров N.

Параметры цепи:

$$R = 1080 \text{ Ом}, L = 30 \text{ мГн}, C = 6 \text{ нФ},$$

N – номер студента по журналу, M – номер группы.

$$H(p) = pL / (pL + 1/(pC) + R) = p^2 CL / (p^2 CL + RpC + 1) = p^2 / (p^2 + pRC/(CL) + 1/(CL)) =$$

$$p^2 / (p^2 + pw_0/Q + w_0^2) \quad p \rightarrow jw$$

$$H(jw) = -w^2 / (\sqrt{((w_0^2 - w^2)^2 + (ww_0/Q)^2)}) = (w^2 \angle 180) / (\sqrt{((w_0^2 - w^2)^2 + (ww_0/Q)^2)} \arctg((ww_0/Q)/(w_0^2 - w^2)))$$

$$H(w) = w^2 / \sqrt{((w_0^2 - w^2)^2 + (ww_0/Q)^2)} = \|w = kw_0\| = k^2 / \sqrt{((1 - k^2)^2 + (k/Q)^2)}$$

f	$0.3f_0$	$0.5f_0$	$0.8f_0$	f_0	$1.2f_0$	$1.5f_0$	$1.8f_0$	$2.0f_0$	$2.5f_0$	$3.0f_0$
$H(f)$	0.09767	0.3173	1.2117	2.07	1.9786	1.5573	1.3484	1.2691	1.1602	1.10698

Построить на миллиметровой бумаге формата А5 АЧХ схемы, отметить резонансную частоту фильтра и частоту, соответствующую максимуму АЧХ.

