

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова
Департамент электронной инженерии

Курс: ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

ОТЧЕТ
ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3

«РЕЗОНАНС НАПРЯЖЕНИЙ»

Ефремов Виктор Васильевич
БИТ-203
Бригада 1

Москва
2021

$$C = 0.1 \text{ мкФ}, L = 10 \text{ мГн}, R_1 = 50 \text{ Ом}, R_2 = 200 \text{ Ом}, R_L = 28 \text{ Ом}$$

Посчитаем теоретические значения различных характеристик (резонансная частота, характеристическое сопротивление, добротность, частоты максимумов напряжений на индуктивности и ёмкости):

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2 * 3.1415926 * \sqrt{10^{-2} * 10^{-7}}} \approx 5032.92121045 \text{ Гц}$$

$$\rho = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{10^{-2}}{10^{-7}}} \approx 316.227766017 \text{ Ом}$$

$$Q = \frac{\rho}{R}$$

$$Q_1 = \frac{316.227766017}{50} \approx 6.32455532034$$

$$Q_2 = \frac{316.227766017}{200} \approx 15.8113883009$$

$$f_c = f_p \sqrt{\frac{2Q^2 - 1}{2Q^2}}$$

$$f_L = f_p \sqrt{\frac{2Q^2}{2Q^2 - 1}}$$

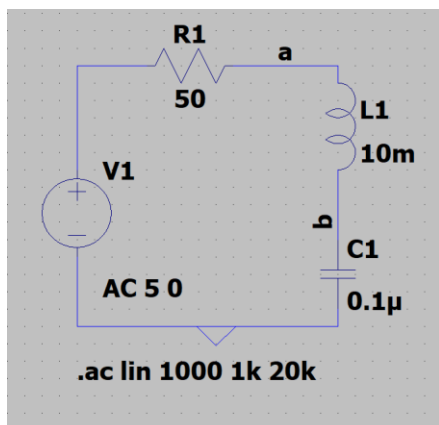
$$f_{c1} = 5032.92136038 * \sqrt{\frac{2 * 6.32455532034^2 - 1}{2 * 6.32455532034^2}} \approx 5001.36668342 \text{ Гц}$$

$$f_{c2} = 5032.92136038 * \sqrt{\frac{2 * 15.8113883009^2 - 1}{2 * 15.8113883009^2}} \approx 5027.88592004 \text{ Гц}$$

$$f_{L1} = 5032.92136038 * \sqrt{\frac{2 * 6.32455532034^2}{2 * 6.32455532034^2 - 1}} \approx 5064.67512245 \text{ Гц}$$

$$f_{L2} = 5032.92136038 * \sqrt{\frac{2 * 15.8113883009^2}{2 * 15.8113883009^2 - 1}} \approx 5037.96184373 \text{ Гц}$$

Схема смоделированная в LTSpice



f,кГц	V1,B	V2,B	V3,B	A1,мА	phi	Z (эксп)	X_C	X_L	Z (уст)	погр, %	cos(phi)
2	1.0	5.8	4.9	7.9	-73	620.25	795.77	125.66	671.97	8	0.29
3	2.5	7.1	4.8	13.5	-68	355.56	530.52	188.50	345.66	3	0.37
3.5	3.8	8.1	4.7	17.3	-65	271.68	454.73	219.91	240.08	12	0.42
4	5.4	9.4	4.5	21.6	-60	208.33	397.89	251.33	154.85	26	0.50
4.2	6.2	9.8	4.3	23.6	-58	182.20	378.94	263.89	125.44	31	0.53
4.4	7.2	10.1	4.2	25.6	-54	164.06	361.72	276.46	98.84	40	0.59
4.5	7.7	10.3	4.1	26.6	-52	154.14	353.68	282.74	86.79	44	0.62
4.6	8.1	10.4	4.1	27.6	-41	148.55	345.99	289.03	75.79	49	0.75
4.8	8.8	10.6	3.9	29.7	-65	131.31	331.57	301.59	58.30	56	0.42
5	9.3	10.8	3.7	31.5	-48	117.46	318.31	314.16	50.17	57	0.67
5.2	9.9	10.8	3.5	33.8	-42	103.55	306.07	326.73	54.10	48	0.74
5.4	10.5	10.9	3.3	35.9	-35	91.92	294.73	339.29	66.97	27	0.82
5.5	10.8	10.9	3.3	36.3	-20	90.91	289.37	345.58	75.22	17	0.94
5.6	10.9	10.8	3.2	36.1	-10	88.64	284.21	351.86	84.12	5	0.98
5.8	11.1	10.3	3.4	33.7	25	100.89	274.41	364.42	102.97	2	0.91
6	10.8	8.4	3.8	29.3	44	129.69	265.26	376.99	122.41	6	0.72
6.5	9.2	5.4	4.4	22.3	59	197.31	244.85	408.41	171.03	13	0.52
7	8.3	4.0	4.6	18.4	63	250.00	227.36	439.82	218.26	13	0.45
7.5	7.7	3.2	4.7	15.9	67	295.60	212.21	471.24	263.81	11	0.39
8	7.3	2.7	4.7	14.0	67	335.71	198.94	502.65	307.80	8	0.39
9	6.7	2.0	4.8	11.3	71	424.78	176.84	565.49	391.85	8	0.33
10	6.3	1.5	4.9	9.5	70	515.79	159.15	628.32	471.82	9	0.34
12	5.9	1.0	4.9	7.0	70	700.00	132.63	753.98	623.36	11	0.34
14	5.6	0.7	4.9	5.5	69	890.91	113.68	879.65	767.59	14	0.36
16	5.5	0.6	5.0	4.4	66	1136.36	99.47	1005.31	907.22	20	0.41
18	5.4	0.4	5.0	3.6	64	1388.89	88.42	1130.97	1043.75	25	0.44
20	5.3	0.4	5.0	3.0	58	1666.67	79.58	1256.64	1178.12	29	0.53

R = 50 Ом

f,кГц	V1,B	V2,B	V3,B	A1,MA	phi	Z (эксп)	X_C	X_L	Z (уст)	погр, %	cos(phi)
2	0.9	5.5	4.9	7.8	-58	628.21	795.77	125.66	699.32	11	0.53
3	2.2	6.0	4.7	12.3	-50	382.11	530.52	188.50	396.20	4	0.64
3.5	3.0	6.2	4.5	14.6	-41	308.22	454.73	219.91	308.45	0	0.75
4	4.0	6.2	4.3	16.7	-30	257.49	397.89	251.33	247.95	4	0.87
4.2	4.3	6.2	4.3	17.4	-25	247.13	378.94	263.89	230.73	7	0.91
4.4	4.7	6.1	4.2	18.0	-20	233.33	361.72	276.46	217.41	7	0.94
4.5	4.9	6.0	4.2	18.2	-17	230.77	353.68	282.74	212.21	8	0.96
4.6	5.0	5.9	4.1	18.4	-15	222.83	345.99	289.03	207.95	7	0.97
4.8	5.3	5.7	4.1	18.6	-7	220.43	331.57	301.59	202.23	8	0.99
5	5.5	5.5	4.1	18.6	0	220.43	318.31	314.16	200.04	9	1.00
5.2	5.7	5.2	4.1	18.5	-5	221.62	306.07	326.73	201.06	9	1.00
5.4	5.9	4.9	4.2	18.2	11	230.77	294.73	339.29	204.90	11	0.98
5.5	5.9	4.7	4.2	17.9	14	234.64	289.37	345.58	207.75	11	0.97
5.6	6.0	4.6	4.2	17.6	16	238.64	284.21	351.86	211.13	12	0.96
5.8	6.0	4.3	4.2	17.3	21	242.77	274.41	364.42	219.33	10	0.93
6	6.0	4.0	4.3	16.7	25	257.49	265.26	376.99	229.09	11	0.91
6.5	6.1	3.4	4.4	15.5	33	283.87	244.85	408.41	258.36	9	0.84
7	6.0	2.9	4.5	14.2	39	316.90	227.36	439.82	291.79	8	0.78
7.5	6.0	2.5	4.6	13.0	43	353.85	212.21	471.24	327.26	8	0.73
8	5.9	2.2	4.9	12.0	46	408.33	198.94	502.65	363.65	11	0.69
9	5.8	1.7	4.7	10.3	51	456.31	176.84	565.49	437.09	4	0.63
10	5.6	1.4	4.8	9.0	54	533.33	159.15	628.32	510.01	4	0.59
12	5.5	1.0	4.9	7.0	56	700.00	132.63	753.98	652.75	7	0.56
14	5.4	0.7	4.9	5.7	56	859.65	113.68	879.65	791.64	8	0.56
16	5.3	0.5	4.9	4.7	55	1042.55	99.47	1005.31	927.65	11	0.57
18	5.2	0.4	4.9	3.9	50	1256.41	88.42	1130.97	1061.56	16	0.64
20	5.2	0.3	5.0	3.3	45	1515.15	79.58	1256.64	1193.93	21	0.71

$R = 200 \text{ Ом}$

Графики. Все зависимости от f (частоты).

$R = 50 \text{ Ом}$

$V1/V3(f)$ - зеленый, $V2/V3(f)$ - синий, $A1 \cdot R/V3(f)$ - красный, $\varphi_U - \varphi_I(f)$ - фиолетовый

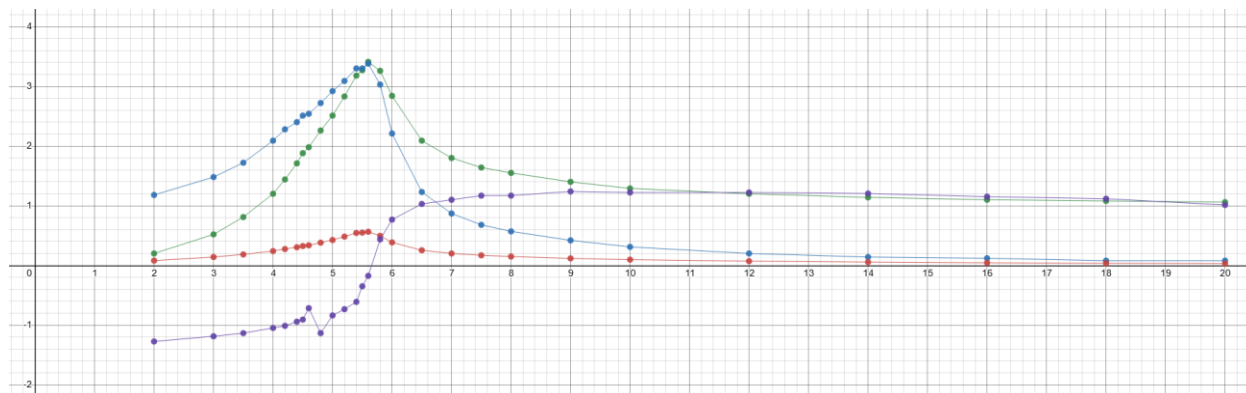
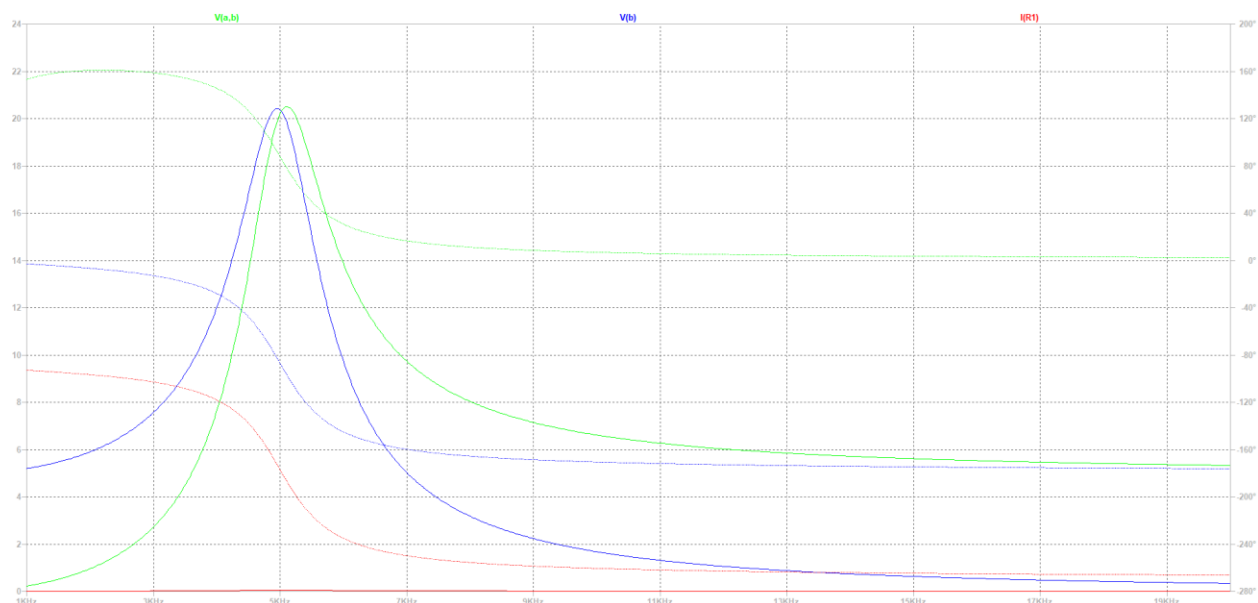


График из моделирования в LTSpice



$R = 200 \text{ Ом}$

$V1/V3(f)$ - зеленый, $V2/V3(f)$ - синий, $A1 \cdot R/V3(f)$ - красный, $\varphi_U - \varphi_I(f)$ - фиолетовый

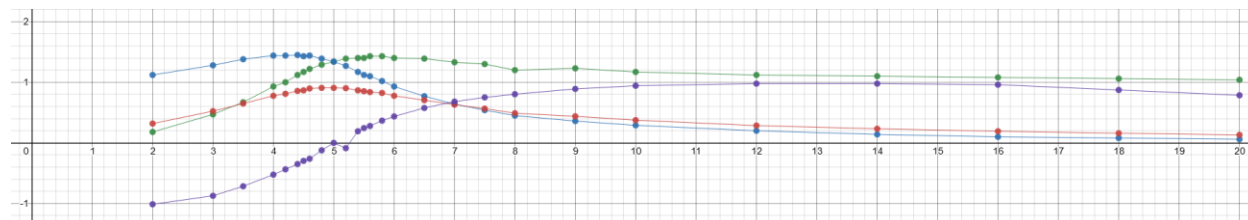
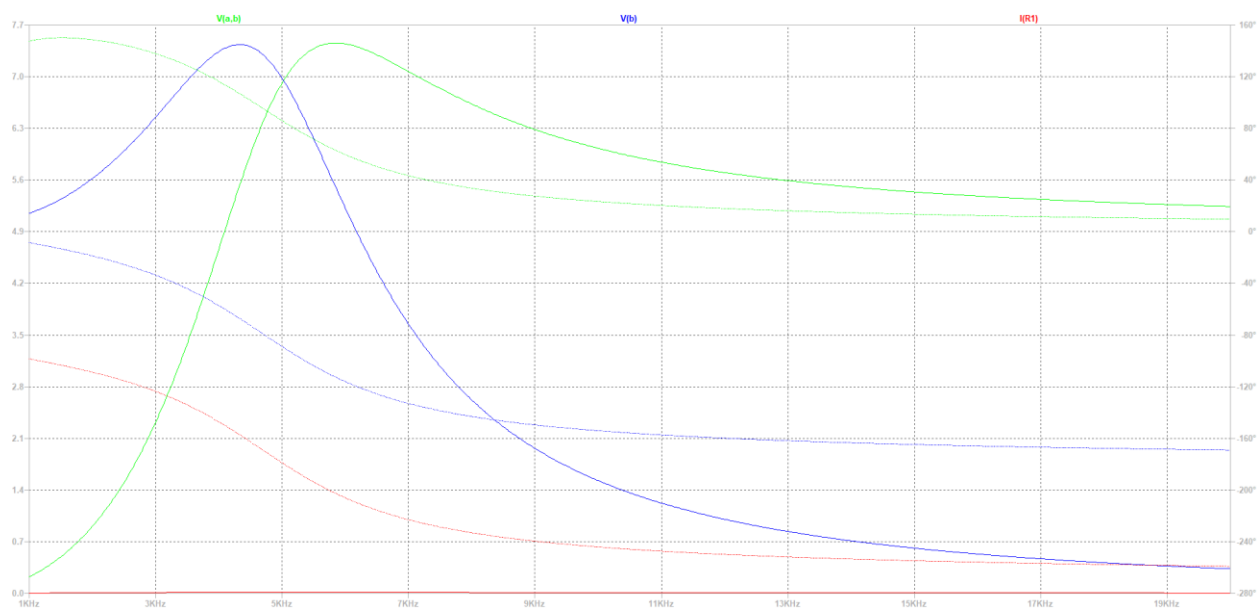
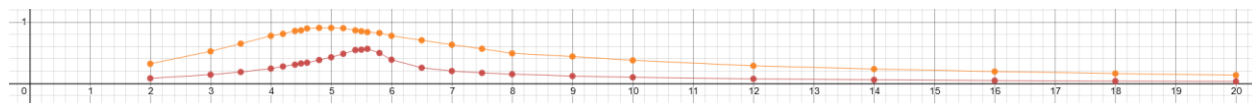


График из моделирования в LTSpice



Также если построить графики $A_1 \cdot R / V_3(f)$ для обоих сопротивлений на одной плоскости, то видно что при большей добротности пик выше.

График в амперах



И в мА

