

3.2.5

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КОНТУРЕ

Егор Берсенеv

1 Цель работы

Исследование вынужденных колебаний и процессов их установления

2 Оборудование

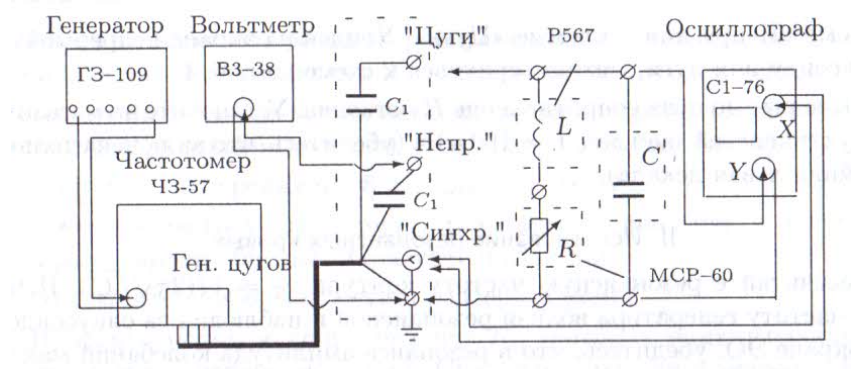
Генератор звуковой частоты, осциллограф, вольтметр, частотомер, ёмкость, индуктивность, магазин сопротивлений, универсальный мост.

3 Теоретическая часть

При подключении к колебательному контуру внешнего источника, в нем возникают колебания, которые можно представить как суперпозицию двух синусоид: первая, с частотой собственных колебаний и амплитудой, экспоненциально убывающей со временем, вторая с частотой внешнего источника и постоянной амплитудой. Со временем внешние колебаний «забивают» собственные, и в контуре устанавливаются только внешние колебания. Амплитуда таких колебаний максимальна при совпадении их частоты с собственной частотой контура. Зависимость амплитуды установившихся колебаний от частоты носит название резонансной кривой. Для исследования резонансной кривой будем снимать зависимость напряжения на резисторе R от частоты при постоянной амплитуде. По этим данным построим резонансную кривую. Её ширина определяет важную характеристику — добротность. Добротность можно определить и другим способом. Например, по скорости нарастания амплитуды вынужденных колебаний. Нарастание и затухание колебаний можно наблюдать если на контур подаются цуги. Количественные оценки в таком случае можно получить, рассчитав логарифмический декремент затухания.

4 Ход работы

Соберем экспериментальную установку:



4.1 Исследование резонансных кривых

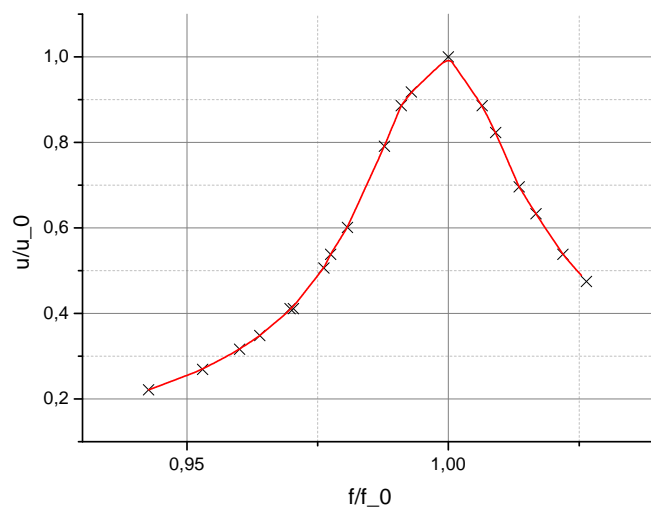
R = 0 Ом

f	U	f/f_0	u/u_0
1463	2,33	0,943	0,222
1479	2,83	0,953	0,269
1490	3,33	0,960	0,316
1496	3,67	0,964	0,348
1506	4,33	0,970	0,411
1505	4,33	0,970	0,411
1515	5,33	0,976	0,506
1517	5,67	0,977	0,538
1522	6,33	0,981	0,601
1533	8,33	0,988	0,791
1538	9,33	0,991	0,886
1541	9,67	0,993	0,918
1552	10,53	1,000	1,000
1562	9,33	1,006	0,886
1566	8,67	1,009	0,823
1573	7,33	1,014	0,696
1578	6,67	1,017	0,633
1586	5,67	1,022	0,538
1593	5,00	1,026	0,475

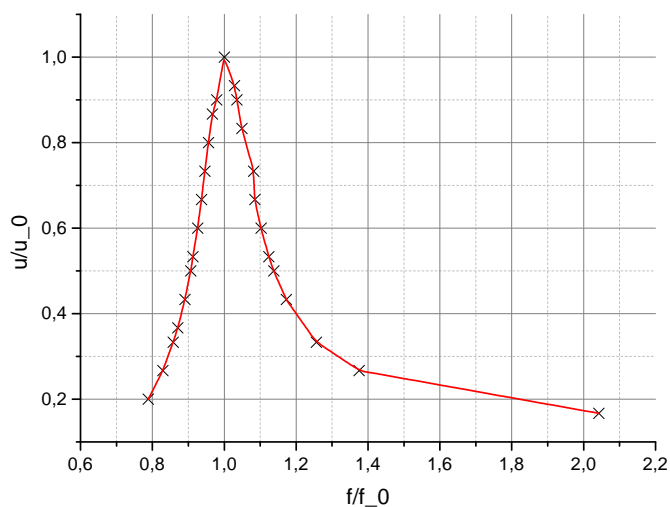
R = 100 Ом

f	U	f/f_0	u/u_0
1597	2,8	1,03	0,93
1608	2,7	1,04	0,90
1629	2,5	1,05	0,83
1680	2,2	1,08	0,73
1685	2	1,08	0,67
1712	1,8	1,10	0,60
1746	1,6	1,12	0,53
1767	1,5	1,14	0,50
1821	1,3	1,17	0,43
1951	1	1,26	0,33
2136	0,8	1,38	0,27
3172	0,5	2,04	0,17
1553	3	1,00	1,00
1520	2,7	0,98	0,90
1502	2,6	0,97	0,87
1485	2,4	0,96	0,80
1469	2,2	0,95	0,73
1455	2	0,94	0,67
1438	1,8	0,93	0,60
1418	1,6	0,91	0,53
1408	1,5	0,91	0,50
1383	1,3	0,89	0,43
1352	1,1	0,87	0,37
1332	1	0,86	0,33
1288	0,8	0,83	0,27
1225	0,6	0,79	0,20

R = 0 Ом



$$R = 100 \text{ Ом}$$



4.2 Процессы установления и затухания колебаний

Сделаем измерения:

R = 0 Ом				R = 100 Ом	
n	5	6	8	3	2
V_n	0.2	0.08	0.4	0.03	0.08
V_{k+n}	0.3	0.27	0.28	0.1	0.11
V_0	0.31	0.31	0.31	0.12	0.12
V_m	0.15	0.1	0.2	0.06	0.12
V_{k+m}	0.1	0.06	0.1	0.02	0.05

Теоретическая добротность:

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \implies Q_0 = 45.59, \quad Q_{100} = 8.22$$

Добротность по графику: $Q_0 = 34.58$, $Q_{100} = 7.12$

Добротность по огибающим: $Q_0 = 38.74$, $Q_{100} = 7.82$

5 Вывод

В колебательном контуре, подключенном к источнику синусоидального напряжения, через некоторое время собственные колебания затухают. Наибольшие по амплитуде вынужденные колебания наблюдаются при совпадении собственной и вынуждающей частоты.