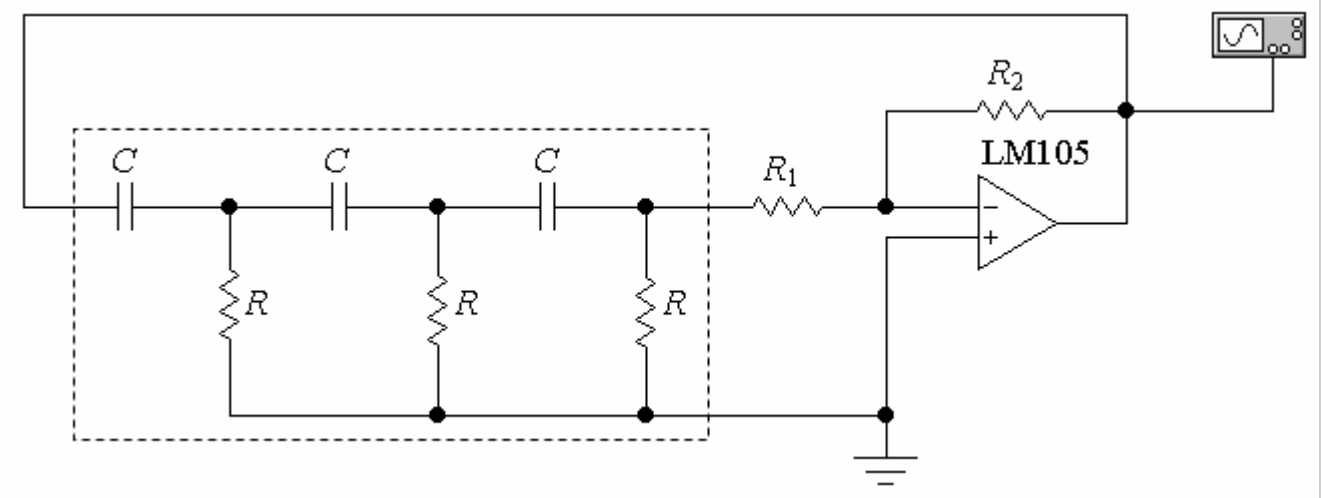


## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

### ИЗБИРАТЕЛЬНЫЕ RC-СХЕМЫ

#### 1. RC-генератор с поворотом фазы в цепи ОС на + 180°

1.1. Соберите схему. При построении схемы используйте ОУ LM105 (Models/Library/lm1xx/Model).



1.2. Выберите  $f_0$  в соответствии с вариантом задания,  $R = 5 \text{ кОм}$ , а  $C$  рассчитайте, используя формулы:

$$\omega_0 = \frac{1}{RC\sqrt{6}}; \quad \omega_0 = 2\pi f_0 \quad (R \text{ выражается в Ом, } C \text{ – в Ф, } f_0 \text{ в – Гц}).$$

1.3. Коэффициент передачи цепи ОС равен

$$\gamma_{u0} = \frac{1}{29}.$$

Для удовлетворения условия баланса амплитуд усилитель должен иметь коэффициент усиления

$$K_u \geq \frac{1}{\gamma_{u0}}; \quad K_u \geq 29.$$

Коэффициент усиления инвертирующего усилителя с ООС определяется выражением

$$K_{u \text{ ос}} = -\frac{R_2}{R_1}.$$

Следовательно

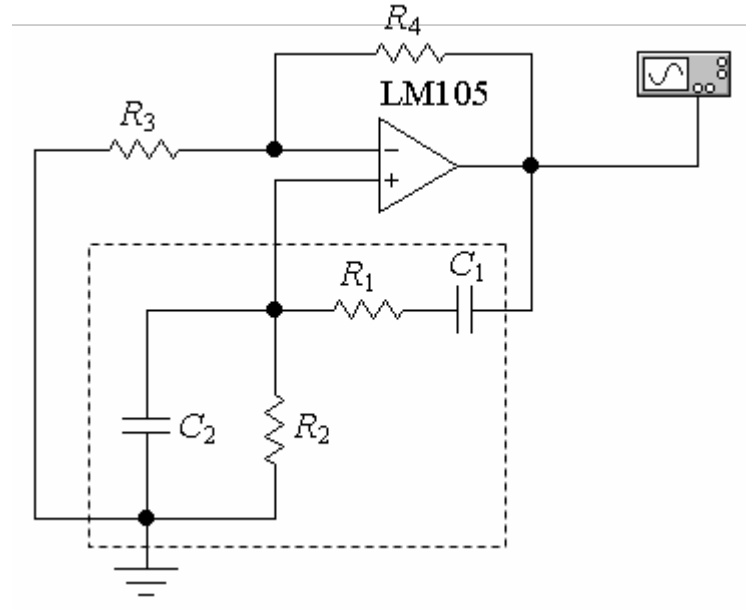
$$\frac{R_2}{R_1} \geq 29.$$

1.4. Выберите  $R_2 = 500 \text{ кОм}$ , а начальное значение  $R_1 = 5 \text{ кОм}$ . Изменяя  $R_1$ , добейтесь, чтобы выходной сигнал имел минимальные искажения.

1.5. Изменяя  $C$ , добейтесь, чтобы частота сигналов вырабатываемых генератором соответствовала  $f_0$  (при настройке с помощью маркеров Oscilloscope измеряйте период сигналов  $T_0 = 1 / f_0$ ).

## 2. RC-генератор без поворота фазы в цепи ОС с мостом Вина

2.1. Соберите схему. При построении схемы используйте ОУ LM105 (Models/Library/lm1xx/Model).



2.2. Частота генерации определяется

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 C_1 R_2 C_2}}.$$

Коэффициент передачи цепи ОС равен

$$\gamma_{u0} = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}}.$$

Если мост симметричен ( $R_1 = R_2 = R$  и  $C_1 = C_2 = C$ ), то:

$$\omega_0 = \frac{1}{RC}; \quad \gamma_{u0} = \frac{1}{3}.$$

Выберите  $f_0$  в соответствии с вариантом задания,  $R_1 = R_2 = R = 5 \text{ кОм}$ , а  $C_1 = C_2 = C$  рассчитайте, используя формулы:

$$\omega_0 = \frac{1}{RC}; \quad \omega_0 = 2\pi f_0 \quad (R \text{ выражается в Ом, } C \text{ – в Ф, } f_0 \text{ в – Гц}).$$

2.3. Для удовлетворения условия баланса амплитуд усилитель должен иметь коэффициент усиления

$$K_u \geq \frac{1}{\gamma_{u0}}; \quad K_u \geq 3.$$

Коэффициент усиления неинвертирующего усилителя с ООС определяется выражением

$$K_{u \text{ ос}} = \frac{R_4}{R_3} + 1.$$

Следовательно

$$\frac{R_4}{R_3} + 1 \geq 3; \quad \frac{R_4}{R_3} \geq 2.$$

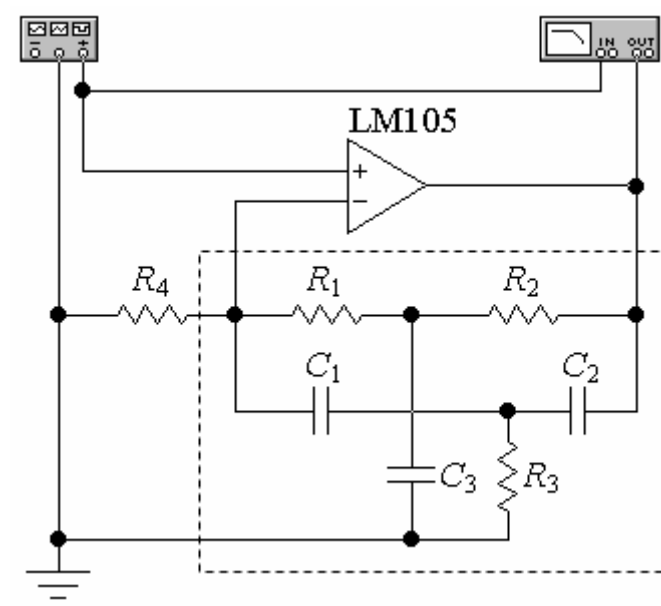
2.4. Выберите  $R_4 = 10 \text{ кОм}$ . Изменяя  $R_3$ , добейтесь, чтобы выходной сигнал имел минимальные искажения. Минимальные искажения выходного сигнала обеспечиваются при условии

$$\frac{R_4}{2} > R_3 > 0,9 \frac{R_4}{2}.$$

2.5. Изменяя  $C_1$  и  $C_2$ , добейтесь, чтобы частота сигналов вырабатываемых генератором соответствовала  $f_0$  (при настройке с помощью маркеров Oscilloscope измеряйте период сигналов  $T_0 = 1 / f_0$ ).

### 3. Избирательный RC-усилитель с двойным Т-образным мостом

3.1. Соберите схему. При построении схемы используйте ОУ LM105 (Models/Library/lm1xx/Model).



3.2. Для создания ООС в ОУ используется двойной Т-образный мост ( $R_1 R_2 R_3 C_1 C_2 C_3$ ). На резонансной частоте мост не пропускает сигнал, глубина ООС минимальна и, следовательно, коэффициент усиления ОУ по неинвертирующему входу максимален.

Если мост симметричен ( $R_1 = R_2 = R$ ,  $C_1 = C_2 = C$ ), то резонансная частота определяется:

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{n}}{RC}; \quad \omega_0 = 2\pi f_0 \quad (R \text{ выражается в Ом, } C - \text{ в Ф, } f_0 \text{ в Гц}).$$

Для расчета  $R_3$  и  $C_3$  используется соотношение

$$\frac{2C}{C_3} = \frac{R}{2R_3} = n,$$

где  $n$  – целое положительное число.

3.3. Выберите  $f_0$  в соответствии с вариантом задания,  $R_1 = R_2 = R = 5 \text{ кОм}$ , а  $C_1 = C_2 = C$ ,  $R_3$ , и  $C_3$  рассчитайте, используя формулы для симметричного моста при  $n = 2$ .

3.4. Максимальный коэффициент усиления неинвертирующего усилителя с ООС зависит от соотношения  $R_4$  и сопротивления моста на резонансной частоте. Для надежной работы усилителя выберите  $R_4 = 1 \text{ кОм}$ .

3.5. Подайте с Function Generator на вход схемы синусоидальный сигнал с амплитудой 100 мВ и частотой 50 Гц. Установите на Bode Plotter пределы измерения коэффициента усиления по напряжению от 0 дБ ( $I = 0 \text{ dB}$ ) до 90 дБ ( $F = 90 \text{ dB}$ ). Установите на Bode Plotter минимальный предел измерения частоты на 1 кГц меньше чем  $f_0$  ( $I \approx f_0 - 1 \text{ kHz}$ ), а максимальный – на 1 кГц больше чем  $f_0$  ( $F \approx f_0 + 1 \text{ kHz}$ ).

3.6. Изменяя  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$ , добейтесь, чтобы усилитель имел максимальный коэффициент усиления по напряжению на частоте  $f_0$ .

3.7. С помощью Bode Plotter измерьте:

- коэффициент усиления усилителя  $K_{u \text{ ос}}$  [дБ] на частоте  $f_0$ ;
- низшую  $f_{\text{н гр}}$  и высшую  $f_{\text{в гр}}$  граничные частоты полосы пропускания.

### Варианты заданий

Вариант	Частота $f_0$ , кГц
1	6,1
2	7,1
3	8,1
4	9,1
5	10,1
6	11,1
7	12,1
8	13,1
9	14,1
10	15,1
11	6,2
12	7,2
13	8,2
14	9,2
15	10,2
16	11,2
17	12,2
18	13,2
19	14,2
20	15,2
21	6,3
22	7,3
23	8,3
24	9,3
25	10,3
26	11,3
27	12,3
28	13,3
29	14,3
30	15,3
31	6,4
32	7,4
33	8,4
34	9,4
35	10,4
36	11,4
37	12,4
38	13,4
39	14,4
40	15,4
41	6,5
42	7,5
43	8,5