

## Лабораторна робота 6. Генератори на операційних підсилювачах

### Частина 1. Генератор синусоїдальних коливань

1. Зібрати схему як на рис. 1.

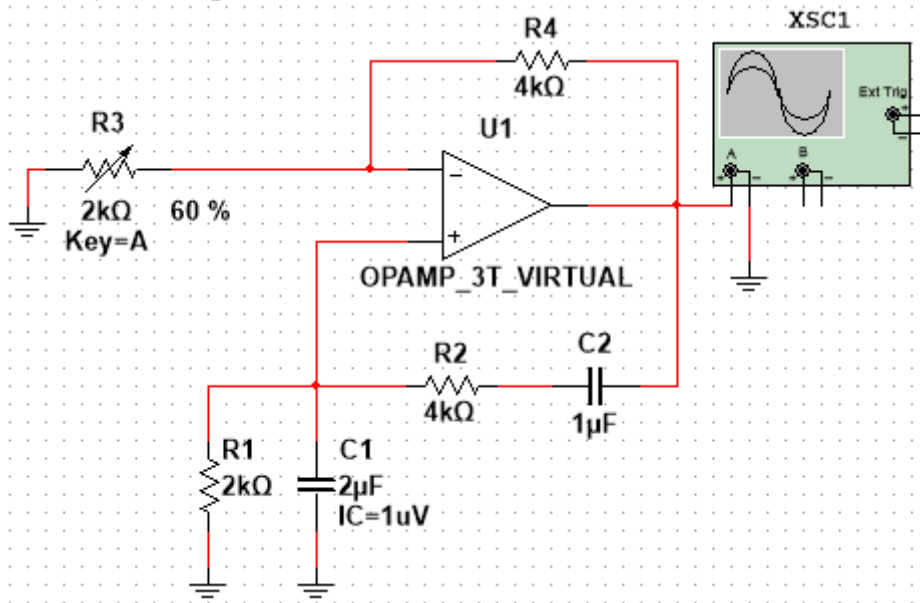


Рис. 1.

Реостат R3 обрати з меню «Place basic» → «VARIABLE\_RESISTOR». Конденсатору C1 на вкладці «Value» обрати початкове значення напруги («Initial conditions» рівним 1мкВ). В меню «Simulate» → «Analyses and simulation» обрати максимальний крок моделювання рівним  $10^{-5}$ с та параметр «Initial conditions» змінити на «User-defined».

2. Обчислити значення  $R_3$ , за якого буде генеруватись синусоїда на виході схеми згідно відомого теоретичного виразу

$$\frac{C_1}{C_2} + \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}. \quad (1)$$

3. Запустити схему. Встановити на реостаті значення  $R_3 = 0$ . Впевнитись за осцилограмою, що вихідна напруга «впирається» в максимально або мінімально можливе значення на виході операційного підсилювача.

4. Не зупиняючи роботу схеми встановити на реостаті значення  $R_3$ , обчислене у пункті 2. За осцилограмою впевнитись, що з часом вихідна напруга стає синусоїдою.

5. Зупинивши роботу схеми, за осцилограмою виміряти період даної синусоїди (часовий проміжок між сусідніми максимумами) та порівняти його з теоретичним значенням

$$T = 2\pi\sqrt{R_1R_2C_1C_2}. \quad (2)$$

6. Заново зробити пункти 3 та 4, після цього, виставивши значення  $R_3$  меншим за обчислене у пункті 2, впевнитись, що вихідна напруга почне «впиратись» в максимально або мінімально можливе значення на виході операційного підсилювача; встановивши значення  $R_3$  більшим за обчислене у пункті 2, впевнитись, що вихідна напруга згасатиме до нуля.

## Частина 2. Мультивібратор

1. Зібрати схему як на рис. 2.

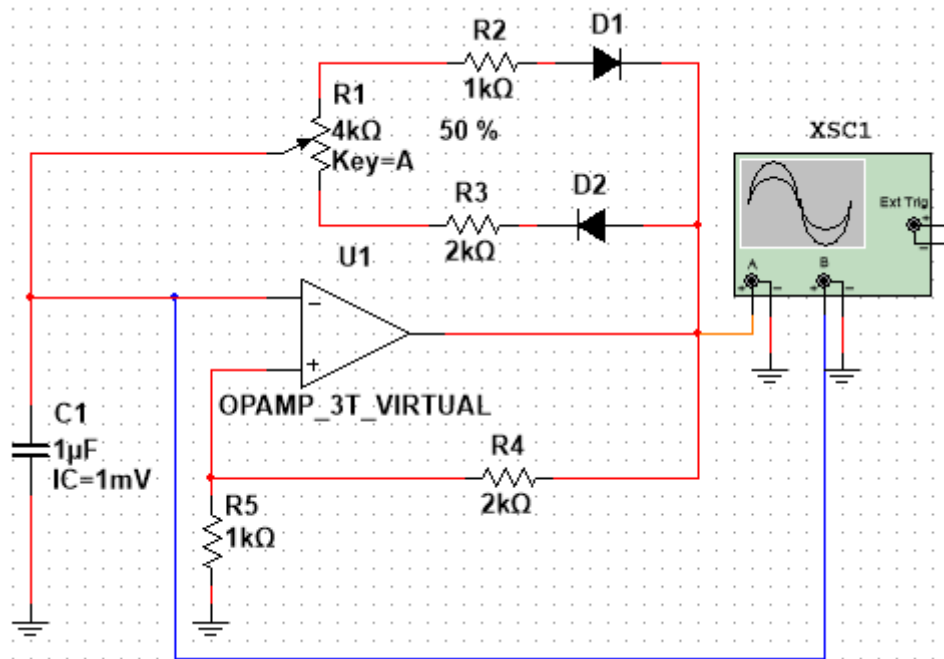


Рис. 2.

Реостат R1 обрати з меню «Place basic» → «POTENTIOMETER». Конденсатору C1 на вкладці «Value» обрати початкове значення напруги («Initial conditions») рівним 1мВ). В меню «Simulate» → «Analyses and simulation» обрати максимальний крок моделювання рівним  $10^{-5}$ с та параметр «Initial conditions» змінити на «User-defined».

2. Встановлюючи різні положення повзунка реостата, заповнити таблицю:

$k$	$T$ , мс (multisim)	$T$ , мс (теорія)	$U_{C_{\max}}$ , В (multisim)	$U_{C_{\max}}$ , В (теорія)	$U_{C_{\min}}$ , В (multisim)	$U_{C_{\min}}$ , В (теорія)	$S$ (multisim)	$S$ (теорія)
0								
0,1								
0,2								
0,3								
0,4								
0,5								
0,6								
0,7								
0,8								
0,9								
1								

Тут  $T$  та  $S$  – період та шпаруватість прямокутної послідовності імпульсів на виході схеми,  $U_{C_{\max}}$  та  $U_{C_{\min}}$  – максимальне та мінімальне значення напруги на конденсаторі в усталеному режимі роботи схеми,  $k$  – коефіцієнт, що задає положення повзунка реостата ( $k = n/100$ ,  $n$  – вказана на схемі кількість відсотків).

Шпаруватістю називають відношення періоду імпульсної послідовності до тривалості імпульсу (в даному випадку це відношення періоду до часу, впродовж якого під час одного періоду «тримається» додатне значення напруги на виході).

Мультисимні значення виміряти за допомогою осцилограми, теоретичні обчислити за формулами:

$$T = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot C \cdot \ln \left( \frac{2R_5}{R_4} + 1 \right), \quad S = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3 + R_1(1-k)}, \quad (3)$$

$$U_{C_{\max}} = \varphi_{\max} \frac{R_5}{R_5 + R_4}, \quad U_{C_{\min}} = -\varphi_{\max} \frac{R_5}{R_5 + R_4},$$

$\varphi_{\max}$  – максимально можливий потенціал на виході операційного підсилювача (регулюється у налаштуваннях підсилювача, за умовчанням  $\varphi_{\max} = 12\text{В}$ ). Впевнитись, що від коефіцієнту  $k$  залежить, фактично, лише шпаруватість. Зробити висновок, чи співпадають «мультисимні» та теоретичні значення. Які теоретичні спрощення використовувались при виведенні формул (3)?

### Частина 3. Генератор лінійно змінної напруги

1. Зібрати схему як на рис. 3.

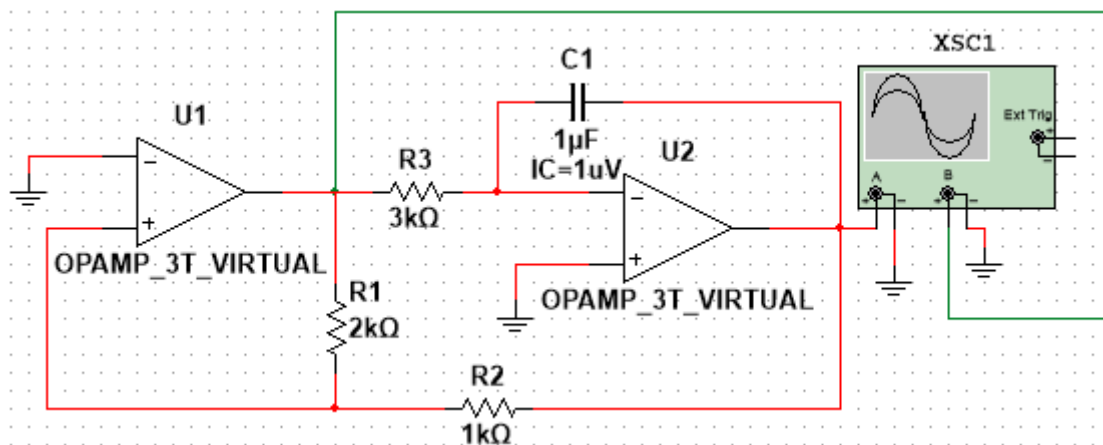


Рис. 3.

Конденсатору C1 на вкладці «Value» обрати початкове значення напруги («Initial conditions» рівним 1мкВ). В меню «Simulate» → «Analyses and simulation» обрати максимальний крок моделювання рівним  $10^{-5}\text{с}$  та параметр «Initial conditions» змінити на «User-defined». Встановити для кожного підсилювача максимально можливий потенціал на виході  $\varphi_{\max} = 12\text{В}$  та мінімально можливий потенціал на виході  $-\varphi_{\max} = -12\text{В}$  (так має бути і за умовчанням).

2. Запустити схему та зачекати певний час. Впевнитись, що на виході схеми встановиться періодична симетрична трикутна напруга. За осцилограмою виміряти період та амплітуду цієї напруги та порівняти їх з теоретичним значеннями

$$T = 4 \frac{R_2 R_3 C}{R_1}, \quad A = \varphi_{\max} \frac{R_2}{R_1}. \quad (4)$$

Також впевнитись, що значення напруги на виході компаратора дорівнюватиме або  $+\varphi_{\max}$  або  $-\varphi_{\max}$ .

*Звіт має містити всі необхідні обчислення та скріншоти осцилограм.*

**Примітка:** початкову умову на конденсаторі встановлено для імітації слабкої неідеальності в колі, без якої запуск роботи кола неможливий.