

Тема: ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ НА БАЗЕ ОПЕРАЦИОННОГО УСИЛИТЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ELECTRONICS WORKBENCH.

Цель: исследование принципа действия дифференциального усилительного каскада, ознакомления с характеристиками и параметрами операционных усилителей.

Приборы и материалы: компьютер, программа Electronics WorkBench.

Литература:

1. Стахів П.Г., Коруд В.І. Основи електроніки з елементами мікроелектроніки: Навчальний посібник. - Львів: Магнолія плюс, 2006, с. 88-92.

Вопросы для самоподготовки:

1. Что такое операционные усилители? Каково их назначение?
2. Почему эти усилители называют операционными?
3. Как называются и для чего предназначены входы ОУ?
4. Назовите основные параметры ОУ.
5. Нарисуйте условное графическое обозначение ОУ. Запишите названия его выводов.
6. Нарисуйте структурную схему ОУ. Расскажите о назначении компонентов схемы.
7. Нарисуйте схему инвертирующего усилителя на ОУ. Чем определяется коэффициент усиления такого усилителя, по какой формуле его можно рассчитать.
8. Нарисуйте схему неинвертирующего усилителя на ОУ. Чем определяется коэффициент усиления такого усилителя, по какой формуле его можно рассчитать.
9. Что такое компаратор. Расскажите о его назначении.
10. Нарисуйте схему компаратора на ОУ. Пояснить принцип его работы.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Операционным усилителем (ОУ) – называют усилитель постоянного тока, имеющий дифференциальный вход и общий выход, предназначенный для выполнения различных операций над аналоговыми и импульсными сигналами в схемах с обратными связями.

На [рис. 1](#), а приведено условное обозначение ОУ и его схема включения по постоянному току. Как следует из [рис. 1](#), а он имеет два входа и один выход. Вход ($U_{вх-}$), напряжение на котором сдвинуто по фазе на 180 (противофазно) относительно выходного напряжения называют инвертирующим и обозначают кружком. Второй вход ($U_{вх+}$) – неинвертирующим, т.к. напряжение на нем и выходное совпадают по фазе.

ОУ обычно имеет двухполярное питание, а выводы к которым оно подключается обозначены $U_{ип-}$ и $U_{ип+}$. Кроме того он может иметь вспомогательные выводы для подключения элементов частотной коррекции и балансировки выходного напряжения. ОУ считается сбалансированным когда выполняется условие: $U_{вых} = 0$, когда $U_{вх} = 0$.

Входные ($U_{вх+}$, $U_{вх-}$) и выходное ($U_{вых}$) напряжения ОУ связаны соотношением:

$$U_{вых} = K_{оу} (U_{вх+} - U_{вх-}),$$

где $K_{оу}$ – коэффициент усиления операционного усилителя.

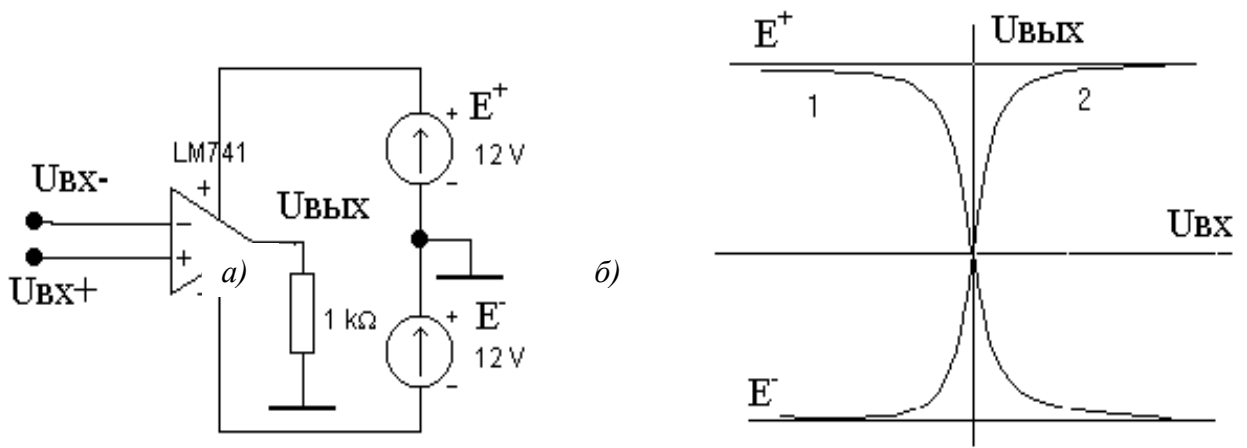


Рис. 1

В связи с тем, что K_{OY} достаточно велик ($10^5 - 10^6$), схемы на ОУ работают в линейном режиме только при введении отрицательной обратной связи.

Параметры ОУ можно разделить на следующие группы:

Входные параметры, определяемые свойствами входного дифференциального каскада:

- напряжение смещения нуля $U_{см}$;
- входной ток инвертирующего $I_{вх}$ и неинвертирующего входа $I_{вх}^+$, а также средний $I_{вх.ср}$ и разностный $I_{вх.разн}$ входной ток (ток баз транзисторов в режиме покоя входного дифференциального каскада) и температурный дрейф разностного входного тока $\Delta I_{вх.разн} / \Delta T$;

• максимальное входное дифференциальное $U_{вх.диф. max}$ и синфазное $U_{вх.сф.}$ напряжения;

• входное дифференциальное сопротивление $R_{вх.оу}$;

• входное синфазное сопротивление $R_{вх.сф.}$.

Передачные параметры:

• коэффициент усиления по напряжению K_{OY} определяемый отношением изменения выходного напряжения к вызвавшему это изменение дифференциальному входному сигналу $K_{OY} = U_{вых} / U_{вх.диф}$;

• коэффициент ослабления синфазного сигнала $K_{осс}$ определяемый отношением коэффициента усиления дифференциального сигнала в схеме на ОУ к коэффициенту усиления синфазного сигнала $K_{осс} = K_{OY} / K_{OY.сф}$;

• граничная частота $f_{гр}$ – частота на которой коэффициент усиления уменьшается в $(1/2)^{1/2}$ раз по отношению к максимальному значению коэффициента усиления;

• частота единичного усиления f_1 т. е. частота, при которой $K_{OY}=1$;

• запас устойчивости по фазе на частоте единичного усиления $\varphi_{зап}$, характеризует устойчивость ОУ. $\varphi_{зап} = 180^\circ - |\varphi_1|$, где φ_1 – фазовый сдвиг на частоте f_1 .

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Собрать схему инвертирующего усилителя на ОУ, изображенную на рис. 2.
2. Установить значение сопротивления резистора $R_1=1$ кОм.
3. Рассчитать значение сопротивления резистора R_2 для коэффициента усиления $K_U = [\text{Ваш номер по журналу}] \times 5$.
4. Установить значение сопротивления резистора R_2 .
5. Установить мультиметр на измерение переменного напряжения.
6. Включить схему.

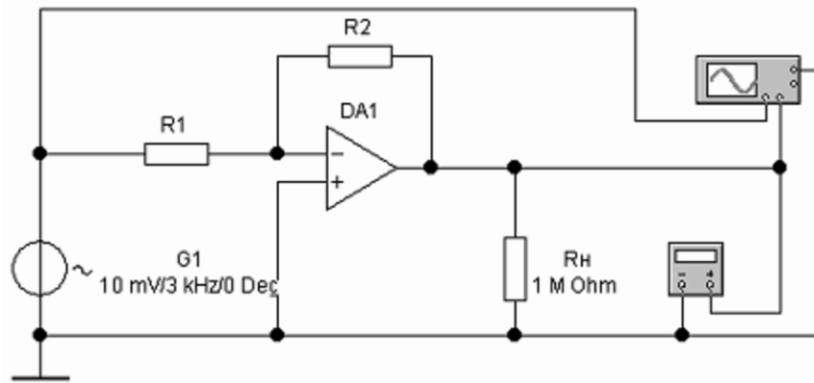


Рис. 2 – Схема для исследования инвертирующего усилителя на ОУ

7. Записать показания мультиметра и рассчитать коэффициент усиления.
8. Развернуть и настроить осциллограф, изменяя чувствительность и длительность развертки. На экране можно наблюдать входной и выходной сигналы (рис. 3)
9. Зарисовать осциллограмму в отчет.

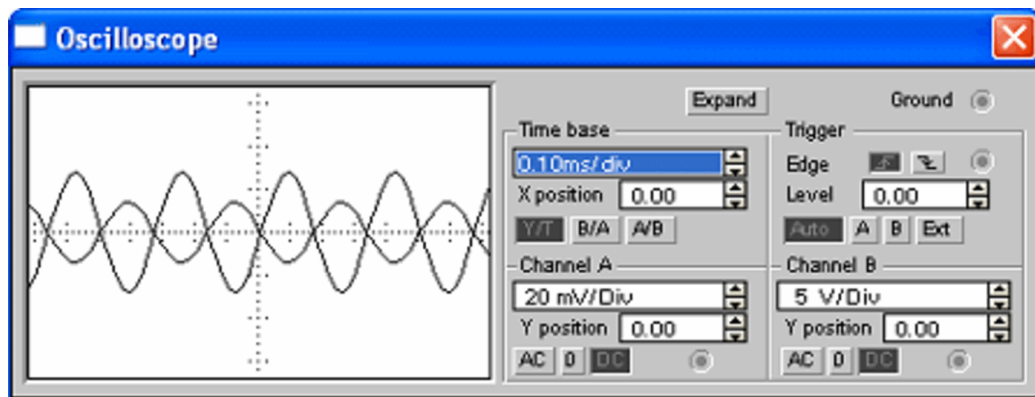


Рис. 3 – Осциллограммы входного и выходного сигналов

9. Собрать схему неинвертирующего усилителя на ОУ, изображенную на рис. 4.

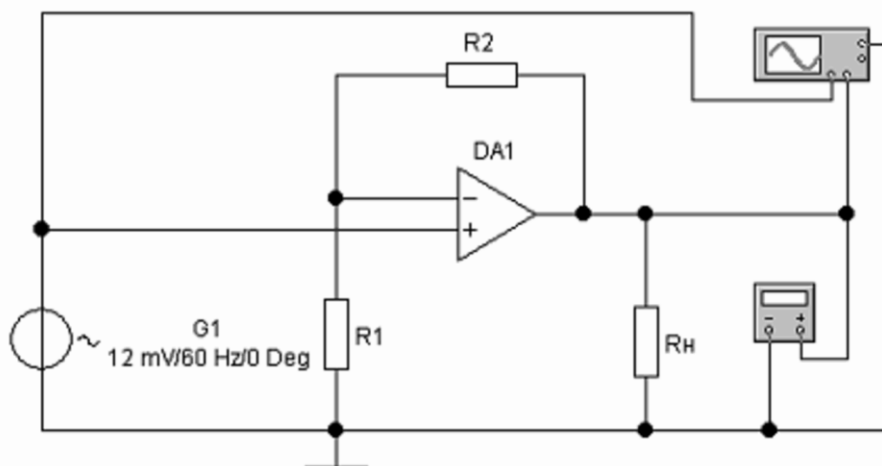


Рис. 4 – Схема для исследования неинвертирующего усилителя на ОУ

10. Установить значение сопротивления резистора $R_1 = 2 \text{ кОм}$.
11. Рассчитать значение сопротивления резистора R_2 для коэффициента усиления, предложенного в пункте 3.
12. Установить значение сопротивления резистора R_2 .
13. Установить мультиметр на измерение переменного напряжения.
14. Включить схему.

15. Записать показания мультиметра и рассчитать коэффициент усиления.
16. Развернуть и настроить осциллограф, изменяя чувствительность и длительность развертки. На экране можно наблюдать входной и выходной сигналы (рис. 5).
17. Зарисовать осциллограмму в отчет.

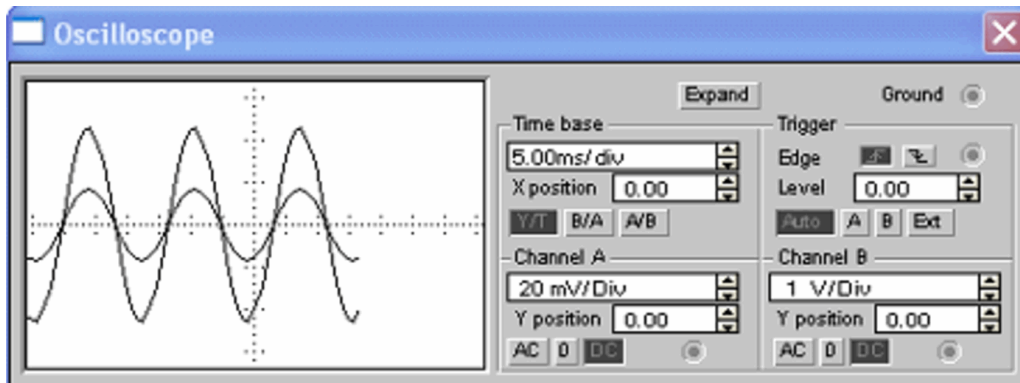


Рис. 5 – Осциллограммы входного и выходного сигналов

18. Собрать схему компаратора на ОУ, изображенную на рис. 6.

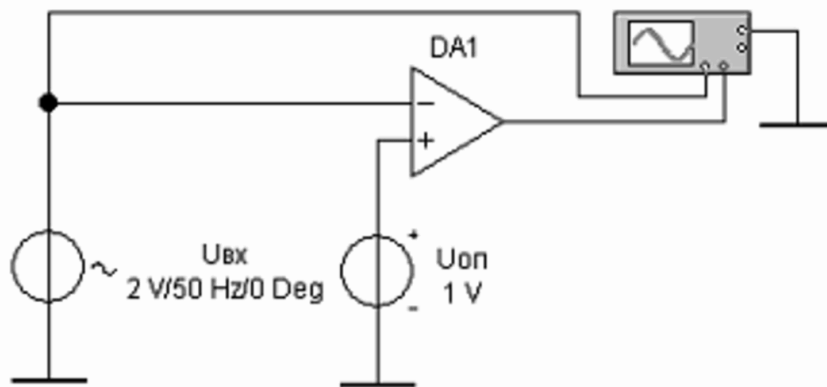


Рис. 6 – Схема для исследования компаратора на ОУ

19. Установить значения опорного и входного напряжения, в соответствии с рис. 6.
20. Включить схему.
21. Развернуть и настроить осциллограф, изменяя чувствительность и длительность развертки. На экране можно наблюдать входной и выходной сигналы (рис. 7).

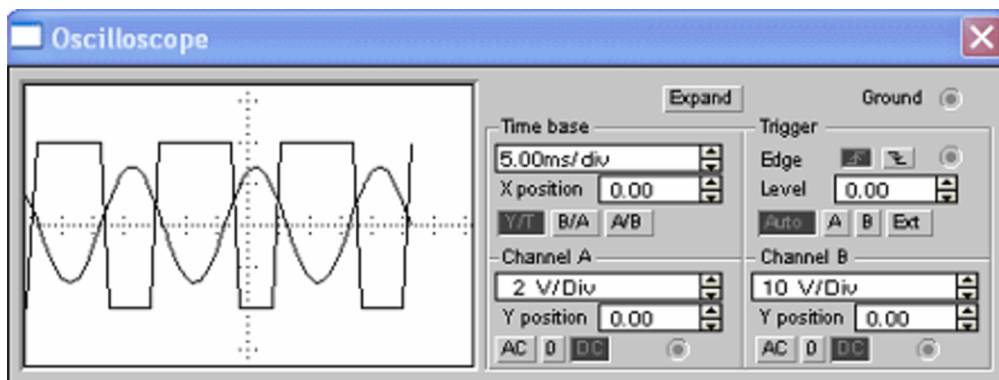


Рис. 7 – Осциллограммы входного и выходного сигналов

22. Зарисовать осциллограмму в отчет.
23. Сделать вывод.

Содержание отчета:

1. Заголовок: название работы, № группы, ФИО.
2. Цель работа, приборы и материалы.
3. Названия заданий к экспериментальным исследованиям.
4. Схемы исследуемых цепей.
5. Таблицы с результатами экспериментальных исследований.
6. Осциллограммы выходного напряжения с учетом масштаба.
7. Выводы.