

## Лабораторная работа № 06 ДО

### ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

#### Методические указания по выполнению лабораторной работы в среде DesignLab 8.0»

1. Для получения передаточной характеристики операционного усилителя необходимо собрать схему, показанную на рис. 1. Компоненты для этой схемы можно найти в библиотеке моделей:

- источник входного сигнала V1 –  $V_{sin}$ ,
- источники питания V2 и V3 –  $VDC$ ,
- операционный усилитель – в соответствии с вариантом, см. табл.1,
- резистор –  $R$ ,
- земля –  $AGND$  или  $EGND$ .

Установить следующие параметры для элементов схемы:

- напряжение источников питания V2 и V3 – см. табл.1;
- для источника V1:  $DC = 0v$ ,  $AC = 1v$ ;  $VOFF = 0$ ;  $VAMPL = 100mV$ ;  $Freq = 1k$ ;
- сопротивление нагрузки R1:  $Value = 1k$ .

Таблица 1

Остаток (N/3)	0	1	2
Напряжение источников	10v	12v	15v
Остаток ((M+N)/3)	0	1	2
Тип ОУ	uA741	LM324	LF411

M – номер группы, N – порядковый номер фамилии студента в учебном журнале.

Сохранить схему.

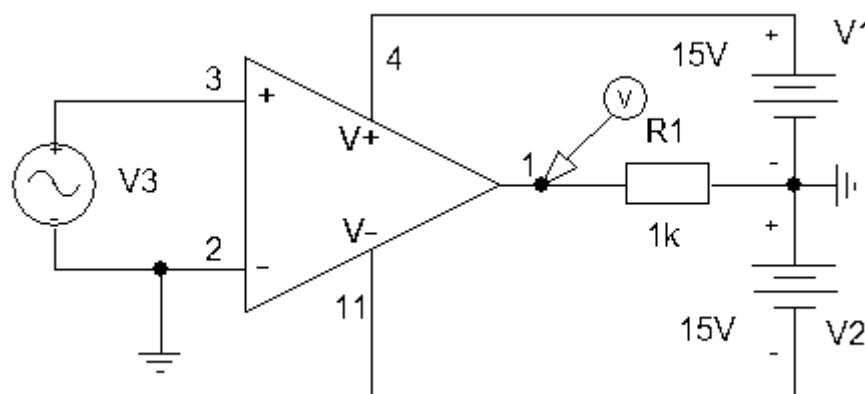


Рис. 1. Рабочая схема для снятия АХ и АЧХ операционного усилителя

Для получения передаточной характеристики операционного усилителя необходимо сделать следующее.

- Установить режим расчета передаточной характеристики (*Analysis - Setup – DC Sweep...*) с параметрами анализа:  $Name = V1$ ;  $StartValue = -500uV$ ;  $EndValue = 500uV$ ;  $Increment = 1uV$ ).

- Установить маркер контроля напряжения на выходе ОУ.
- Запустить программу расчета *PSpice* (*Analysis - Simulate* или *F11*).
- Получить передаточную характеристику и по ней определить следующие параметры:

$U_{\text{макс}}^+$  – максимальное положительное выходное напряжение;

$U_{\text{макс}}^-$  – минимальное отрицательное выходное напряжение;

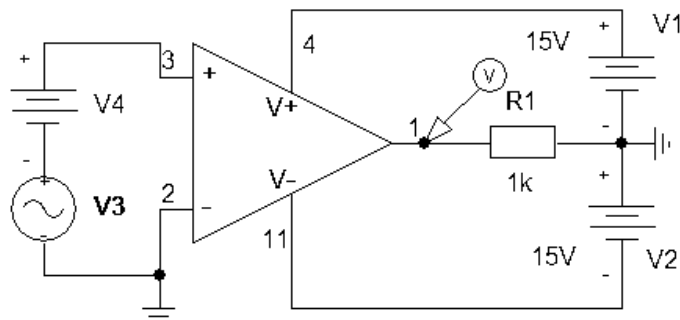
$K$  – коэффициент усиления ( $K = \Delta U_{\text{вых}} / \Delta U_{\text{вх}}$ ).

Для определения коэффициента усиления  $K$  установить два маркера на наклонном участке характеристики и разделить разность показаний по оси ординат на разность показаний по оси абсцисс. Коэффициент усиления определить в относительных единицах и в децибелах:  $LK(\text{дБ}) = 20 \lg K$ ; Определить также напряжение смещения  $U_{\text{см}}$ .

Результаты измерений занести в таблицу. Сохранить передаточную характеристику с отмеченными маркером курсора необходимыми точками.

2. Для исследования амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) операционного усилителя с разомкнутой петлей обратной связи необходимо сделать следующее:

- Для операционного усилителя LM342 добавить в схему источник V4 с напряжением, равным  $U_{\text{см}}$ .



- Отключить (*Analysis – Setup*) режим *DC Sweep* и установить режим расчета частотных характеристик *AC Sweep* с параметрами: *Decade*; *Pts/Decade* = 101; *Start Freq* = 0.1; *End Freq* = 100MEG.
- Отключить маркер контроля напряжения и подключить на выход ОУ специальный маркер для измерения напряжения в децибелах *Vdb*.
- Запустить схему на расчет и получить амплитудно-частотную характеристику. По ней определить:
  - коэффициент усиления  $K$  на частоте 1Гц. Сравнить с коэффициентом усиления, полученным в п. 1. Если имеется расхождение, провести повторное измерение
  - граничную частоту  $f_{\text{в}}$  на уровне  $-3\text{дБ}$  от максимального коэффициента усиления.
  - частоту единичного усиления  $f_1$  как частоту, где  $K=1$  (или  $LK=0\text{дБ}$ ). Частота единичного усиления экспериментально определяется по ЛАЧХ как точка пересечения графика с осью абсцисс.

Сохранить характеристику с отмеченными маркером курсора необходимыми точками.

3. Для исследования схемы неинвертирующего усилителя необходимо:
- собрать схему, показанную на рис. 2, воспользовавшись схемой рис. 1, на вход и выход схемы подключить маркеры контроля напряжения;
  - установить анализ переходного процесса *Transient* с теми же параметрами, что и в предыдущем пункте: *Print Step* = 10us; *Final Time* = 2ms; *Step Ceiling* = 10us;
  - запустить схему на расчет (**F11**) и получить графики. По ним определить коэффициент усиления.

Сохранить графики с отмеченными маркером курсора необходимыми точками.

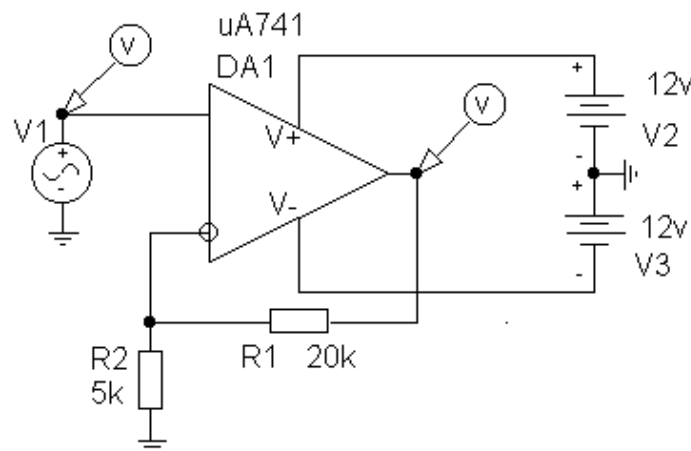


Рис. 2. Рабочая схема неинвертирующего усилителя

4. Для исследования схемы инвертирующего усилителя необходимо собрать схему усилителя согласно рис. 3. Для этого:
- в предыдущей схеме отключить и сдвинуть влево источник входного сигнала  $V_1$ ;
  - выделить оставшуюся часть схемы целым блоком, щелкнув левой кнопкой мыши в верхнем левом углу над схемой и, не отпуская ее, растянуть окошко. Затем отпустить кнопку мыши;
  - зеркально отразить схему, нажав **Ctrl-F**, и два раза ее повернуть (**Ctrl-R**, **Ctrl-R**);
  - подсоединить остальные элементы схемы;
  - убрать маркер *Vdb* и подключить маркер *V* на вход и на выход схемы;
  - **сохранить схему под другим именем**;
  - отключить режим анализа по переменному току и включить анализ переходного процесса *Transient* с параметрами: *Print Step* = 10us; *Final Time* = 2ms; *Step Ceiling* = 10us;
  - запустить схему на расчет (**F11**), определить коэффициент усиления.

Сохранить графики с отмеченными маркером курсора необходимыми точками.

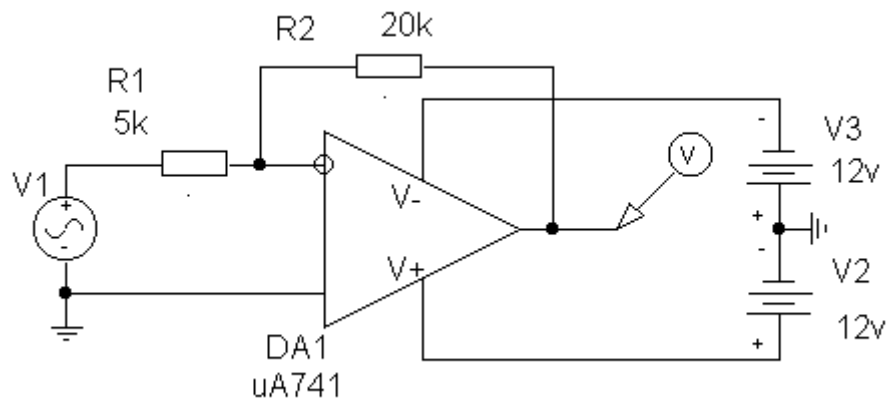


Рис. 3. Рабочая схема инвертирующего усилителя

5. Для исследования работы суммирующего усилителя необходимо из схемы инвертирующего усилителя (рис. 3) собрать схему сумматора (рис. 4). Затем:

- установить параметры элементов схемы;
- сохранить схему;
- в библиотеке выбрать элемент *VIEWPOINT* (вольтметр постоянного тока) и подключить к выходу схемы;
- отключить в *Setup* все режимы, кроме *Bias Point Detail*;
- включить программу расчета (*Simulate*) и записать показания вольтметра.

Сохранить схему с показанием вольтметра.

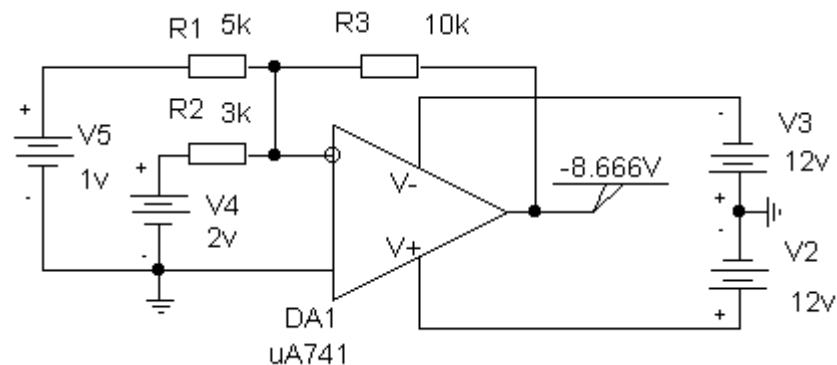
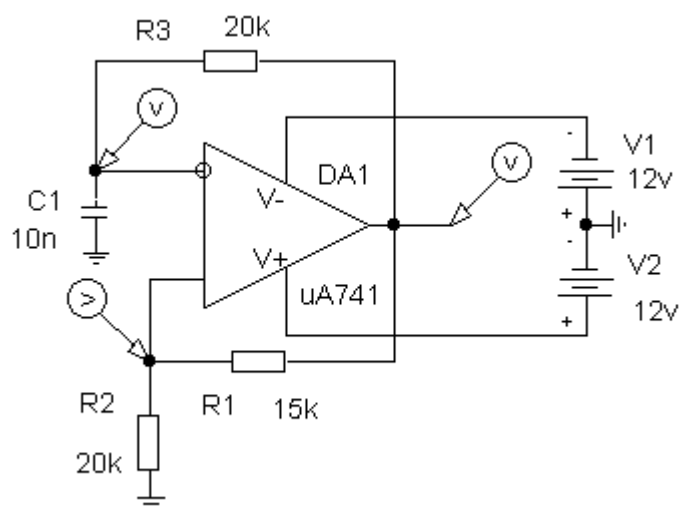


Рис. 4. Рабочая схема суммирующего усилителя

6. Для исследования работы мультивибратора необходимо на основе схемы рис. 1 собрать схему, показанную на рис. 5. После чего:

- установить параметры элементов схемы;
- маркер контроля напряжения подключить к выходу схемы, а также к инвертирующему и неинвертирующему входам ОУ;
- при установке режима анализа переходного процесса на включение источников питания *Transient* отметить опцию ***Skip initial transient solution*** и установить следующие параметры расчета: *Print Step*=20ns; *Final Time*=4ms; *Step Ceiling*=1us;
- запустить программу расчета (**F11**), по графикам определить период следования импульсов.

Сохранить графики с отмеченными маркером курсора необходимыми точками на интервале двух периодов.



**Рис. 5. Рабочая схема мультивибратора**