#### 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 – *Vsin*,
* 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.

|  |
| --- |
| Схемы на ОУ Рис 5  **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+макс* – максимальное положительное выходное напряжение;

*U–макс*  – минимальное отрицательное выходное напряжение;

*K* – коэффициент усиления (*K* = Δ*U*вых/Δ*U*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*(дБ) = 20lg*K*;

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

1. Для исследования амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) операционного усилителя с разомкнутой петлей обратной связи необходимо сделать следующе.

* 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* = 100*MEG*.
* 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.
* граничную частоту *f*в на уровне –3дБ от максимального коэффициента усиления.
* частоту единичного усиления *f*1 как частоту, где *K*=1 (или *K*=0дБ). Частота единичного усиления экспериментально определяется по ЛАЧХ как точка пересечения графика с осью абсцисс.

Сохранить характеристику с отмеченными маркером курсора необходимыми точками.

1. 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 (***F*11**) и получить графики. По ним определить коэффициент усиления.

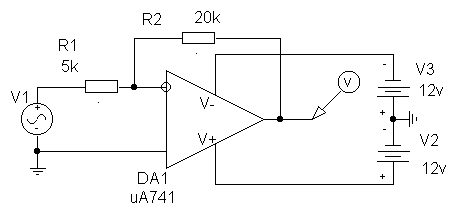
Сохранить графики с отмеченными маркером курсора необходимыми точками.

|  |
| --- |
| Схемы на ОУ Рис 7  **Рис. 2. Рабочая схема неинвертирующего усилителя** |

1. 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 (***F*11**), определить коэффициент усиления.

Сохранить графики с отмеченными маркером курсора необходимыми точками.



**Рис. 3. Рабочая схема инвертирующего усилителя**

1. 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.

|  |
| --- |
| Схемы на ОУ Рис 8  **Рис. 4. Рабочая схема суммирующего усилителя** |

1. 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 (***F*11**), по графикам определить период следования импульсов.

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

|  |
| --- |
| Схемы на ОУ Рис 9  **Рис. 5. Рабочая схема мультивибратора** |