

Курсовая работа

Тема: Расчёт операционного
усилителя мощности

Подготовил: Рахымжанов Кайнар

Группа: РЭиСа-16

Краткая характеристика ОУ

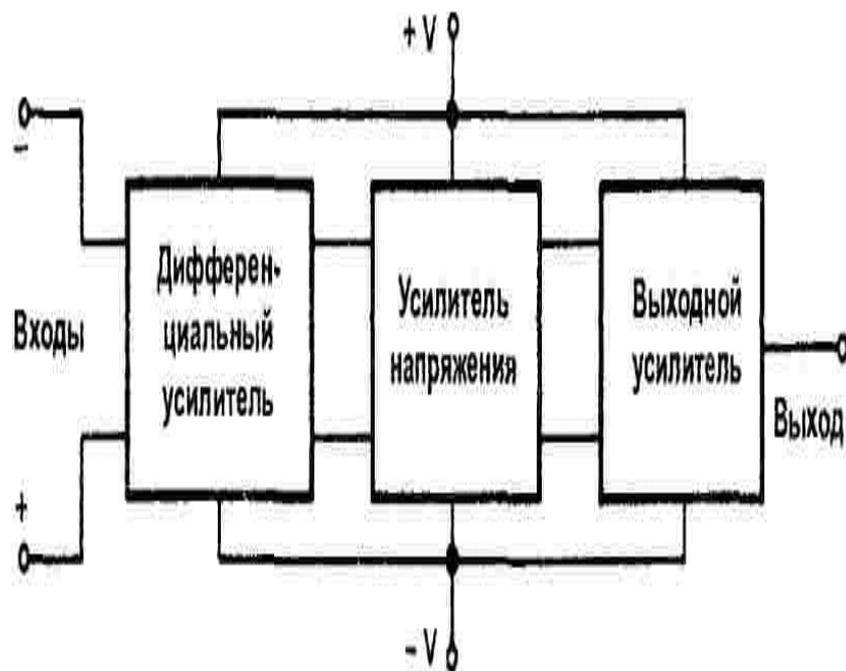
Операционные усилители

Операционные усилители - это УПТ с дифференциальным входом и общим несимметричным выходом, которые имеют большой коэффициент усиления $K_{OУ} = 10^4 \div 10^8$ и обычно используются с различными обратными связями. Название этих усилителей связано с тем, что первоначально предполагалось их применять для выполнения различных математических операций над аналоговыми сигналами таких как $\left(+, -, \frac{d}{dt}, \int \right)$

После того, как такие усилители были изготовлены в виде интегральных схем они оказались чрезвычайно дешевыми и применяются для выполнения любых операций где требуется усиление электрического сигнала. Это наиболее распространенная аналоговая интегральная схема.



Структурная схема ОУ



ОУ представляет собой многокаскадное устройство и состоит из следующих блоков:

ДУ – дифференциальный усилитель, предназначен для усиления дифференциальной и подавления синфазной составляющих входных сигналов.

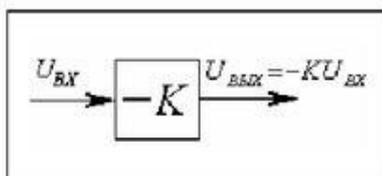
УН – усилитель напряжения, обеспечивает основное усиление сигнала по напряжению.

КСУ – каскад сдвига уровня. Обеспечивает сдвиг усиленного входного сигнала по постоянной составляющей, что необходимо для нормальной работы усилителя мощности. На рис. показан сдвиг сигнала U_2 по постоянной составляющей на величину U_0 .

УМ – усилитель мощности, он служит для увеличения нагрузочной способности ОУ, создавая на нагрузке сигнал необходимой мощности. Обычно он выполнен по двухтактной схеме с защитой от короткого замыкания.



Инвертирующий усилитель



Его обозначение на функциональных схемах приведено на рисунке.

Знак "-" означает, что выходной сигнал находится в противофазе с входным. При этом $K > 1$.

Принципиальная схема инвертирующего усилителя на ОУ приведена на рис.9. В ней R_1, R_2 - резисторы образуют цепь параллельно-параллельной отрицательной обратной связи. R_3 - служит для устранения разбаланса ОУ за счет входных токов и выбирается из условия $R_3 = R_1 // R_2$.

Установим связь между выходным и входным напряжениями.

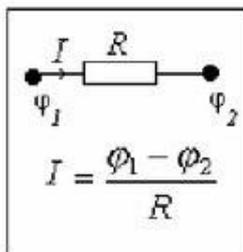
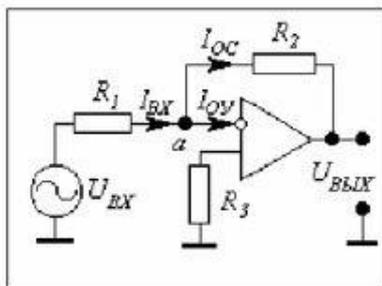
Для узла «а» по 1-му закону Кирхгофа запишем соотношение: $I_{BX} = I_{OC} + I_{OY}$

Учтем, что для идеального ОУ $I_{OY} = 0$ и распишем токи используя закон Ома (рис),

$$\text{т.е.: } \frac{U_{BX} - U_{BX}^-}{R_1} = \frac{U_{BX}^- - U_{ВЫХ}}{R_2}$$

Учитывая, что входы ОУ виртуально замкнуты $U_{BX}^- = U_{BX}^+ = I_{OY} R_3 = 0$

Получим $U_{ВЫХ} = -\frac{R_2}{R_1} U_{BX}$; отсюда $K = -\frac{R_2}{R_1}$



Для того, чтобы реальный усилитель можно было считать близким к идеальному, должно быть выполнено несколько условий:

1. $K_{OY} \gg |K|$, где K - коэффициент усиления, который должен иметь усилитель.

2. $I_{OY} \ll (I_{BX}, I_{OC})$

I_{OC} - ток обратной связи.

3. К выходу усилителя подключается сопротивление нагрузки: $R_H > 1 \text{кОм}$

Порядок расчета усилителя на заданный коэффициент усиления K :

1. По справочнику выбирается ОУ и определяем его I_{OY} и $R_{вх.оу}$.

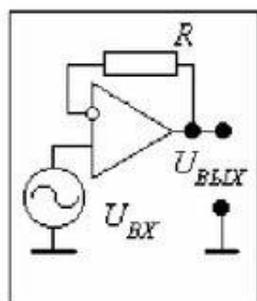
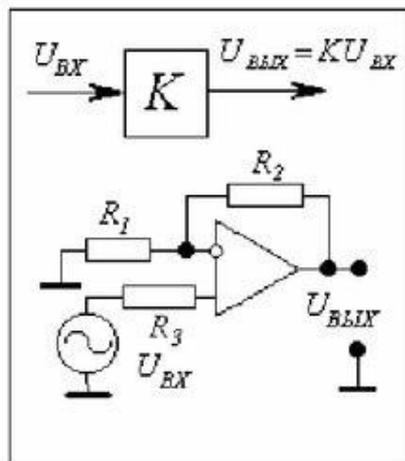
2. Выбираем R_2 из условия: $R_2 < \frac{R_{вх.оу}}{(10 - 100)}$

3. Рассчитываем $R_1 = R_2 / K$.

Если $R_1 \geq 1 \text{кОм}$, то выбранный ОУ удовлетворяет требованиям, а если $R_1 \leq 1 \text{кОм}$, то выбираем другой ОУ с большим $R_{вх}$ и все расчеты проводим заново.

4. Рассчитываем R_3 из соотношения: $R_3 = R_1 // R_2$

Неинвертирующий усилитель.



Его условное обозначение и принципиальная схема приведены на рис. , где $K > 1$. В этой схеме резисторы R_1, R_2 образуют последовательно-параллельную отрицательную обратную связь.

Установим связь между входным и выходным напряжениями. Поскольку входы идеального ОУ виртуально замкнуты, то, запишем

$$U + v_x = U - v_x.$$

Здесь $U - v_x = R_1 U_{\text{вых}} / (R_1 + R_2)$, а $U + v_x = U_{\text{вых}}$. Подставим записанное в исходное уравнение и, разрешив это уравнение относительно

$$U_{\text{вых}}, \text{ получим } U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} (R_1 + R_2) / R_1.$$

$$\text{Отсюда } K = (R_1 + R_2) / R_1 = 1 + R_2 / R_1.$$

Если $R_1 = \infty$ (рис.9), то $K = 1$, и такой усилитель называется повторителем напряжения. Благодаря последовательной обратной

связи по входу он имеет практически $R_{\text{вх}} \rightarrow \infty$, а благодаря параллельной обратной связи по выходу он имеет $R_{\text{вых}} \rightarrow 0$.



Заключение

- Рассчитав схему усилителя мощности, убедился, в том что с применением операционных усилителей можно создавать малогабаритные устр-в с хорошими характеристиками и малым числом дискретных элементов.
- Данный усилитель построен с применением в качестве предварительного усилителя-фильтра схемы фильтра НЧ второго порядка. В качестве выходного каскада был применен двухтактный каскад на комплиментарных транзисторах, работающих в режиме.