

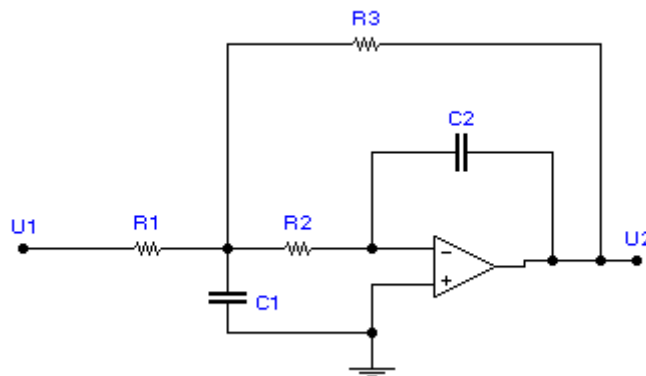
Информация для размещения на официальном сайте ГБПОУ
«Светлоградский региональный сельскохозяйственный колледж»

Для электронного обучения

| | |
|------------------------------|--|
| Группа | 208 |
| Дата | 08.11.2021 |
| Время | 08-10 – 9-00 |
| Наименование УД/МДК/УП/ПП | Основы электротехники, электроники и цифровой схемотехники |
| Ф.И.О. преподавателя | Сахарчук Т.В. |
| Электронная почта | saharchyk777@mail.ru |
| Основная литература | <p>1. Электроника и схемотехника 2-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для СПО Миленина С. А. ; Под ред. Миленина Н.К. Подробнее Научная школа: МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва). ПООП СПО: 11.01.05 Монтажник связи Год: 2019 / Гриф УМО СПО https://biblio-online.ru/book/elektronika-i-shemotehnika-438024 Год: 2019</p> <p>2. Есина А.П. Модернизация аппаратного обеспечения персональных компьютеров, серверов, периферийных устройств и оборудования (1-е изд.) учебник «Академия»2016г.</p> <p>3. Федорова Г.Н. Разработка программных модулей программного обеспечения для компьютерных систем (2-е изд., стер.) учебник «Академия»2017г.</p> |
| Тема № 17-18 | Лекция на тему: Активные RC-фильтры, цифроаналоговые преобразователи |
| Задание | <p>Краткие теоретические сведения.</p> <p>Под электрическим фильтром понимается устройство, пропускающее колебания одних частот и задерживающее колебания других частот. На основе операционных усилителей и, как минимум, двух реактивных элементов (обычно конденсаторов) можно спроектировать устройства, имеющие свойства фильтров. Такие фильтры называются активными. Их наиболее эффективно можно использовать в диапазоне частот от нуля до единиц килогерц. В этом диапазоне частот невыгодно применять в качестве реактивных элементов индуктивности большого номинала, имеющие небольшую добротность и стабильность.</p> <p>Область частот, пропускаемых фильтром, называется полосой пропускания. Область частот, задерживаемых фильтром, называется полосой задерживания. Между полосой пропускания и полосой задерживания лежит переходная область. В пределах полосы пропускания коэффициент передачи должен быть постоянен по модулю и равен некоторой величине с заданной точностью.</p> <p>В пределах полосы задерживания коэффициент передачи не должен превосходить некоторого наперед заданного значения. Для переходной области определяющей характеристикой является ее крутизна. Чем она больше, тем меньше расстояние от</p> |

полосы пропускания до полосы задерживания. В зависимости от типа частотной характеристики выделяют фильтры: нижних частот, верхних частот, полосовые. Это основные типы активных фильтров. Кроме того, существуют фильтры резонансного типа, полосно-задерживающие и режекторные, задерживающие сигнал на определенной частоте. По крутизне среза частотной характеристики в переходной области определяют порядок фильтра. Фильтром первого порядка называют фильтр с крутизной среза 20 децибелл на декаду. К таким фильтрам можно отнести рассмотренные ранее схемы интегратора и дифференциатора. Интегратор является фильтром нижних частот первого порядка, а дифференциатор - фильтром верхних частот первого порядка. Фильтры второго порядка имеют крутизну 40 децибелл на декаду, третьего - 60, четвертого - 80 и т.д. Рассмотрим некоторые примеры типовых схем фильтров второго порядка на ОУ.

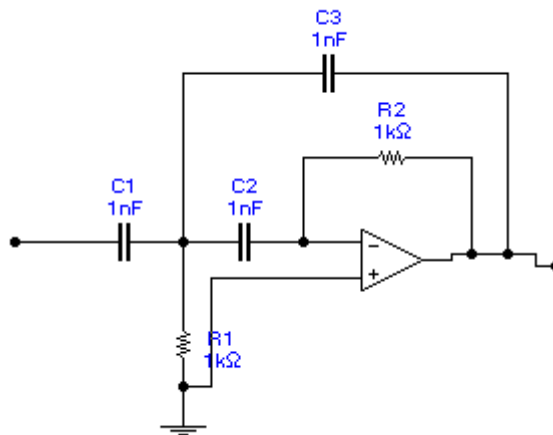
Фильтр нижних частот второго порядка (ФНЧ-2) на основе интегратора. Схема состоит из последовательно включенных цепи R1C1 и интегратора с элементами R2C2. Кроме того, в схеме действует общая обратная связь через резистор R3.



Покажем, как формируется результирующая ЛАЧХ схемы, с помощью ниже приведенного графика, на котором приведены по отдельности графики ЛАЧХ интегратора $K(\Omega)$, цепи R1C1 $W(\Omega)$, их суммы и характеристики $KF(\Omega)$, полученной за счет уменьшения общего коэффициента схемы с помощью цепи обратной связи через резистор R3. Из графиков видно, что результирующая ЛАЧХ характеризуется крутизной среза -40 децибелл на декаду, следовательно, соответствует ФНЧ-2, т.е. фильтру нижних частот 2-ого порядка. Точное выражение для частотной характеристики данной схемы можно получить, применяя метод суперпозиции и учитывая, что сигнал на выходе U2 определяется через сигнал на инвертирующем входе ОУ, также, как в случае ранее проведенного анализа инвертирующей схемы включения ОУ.

Фильтр верхних частот второго порядка на основе дифференциатора.

Схема такого фильтра получается из схемы на основе интегратора путем замены резисторов конденсаторами, а конденсаторов резисторами. Пример реализации такой схемы имеет вид



В данной схеме частота единичного усиления

дифференциатора $f_1 = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} = \frac{1}{2\pi \cdot 10^3 \cdot 10^{-9}} = 159.2$
килогерц

Частота среза цепи R1C1 $f_c = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} = \frac{1}{2\pi \cdot 10^3 \cdot 10^{-9}} = 159.2$
кГц. Точная формула для расчета частотной характеристики имеет вид

Контрольный тест

Ответьте на вопросы:

Контрольные вопросы

1. Что понимается под электрическим фильтром?
2. Какие фильтры называются активными?
3. Где их можно использовать?
4. Что называется полосой пропускания?
5. Что называется полосой задерживания?
6. Какие существуют фильтры резонансного типа?
7. Охарактеризуйте фильтр нижних частот второго порядка (ФНЧ-2) на основе интегратора
8. Охарактеризуйте фильтр верхних частот второго порядка на основе дифференциатора

Дата 08.11.2021

Подпись

Ф.И.О. преподавателя

Информация для размещения на официальном сайте ГБПОУ
«Светлоградский региональный сельскохозяйственный колледж»

Для электронного обучения

| | |
|----------------------------------|---|
| Группа | 208 |
| Дата | 13.11.2021 |
| Время | 08-10 – 9-00 |
| Наименование УД/МДК/УП/П П | Основы электротехники, электроники и цифровой схемотехники |
| Ф.И.О. преподавателя | Сахарчук Т.В. |
| Электронная почта | saharchyk777@mail.ru |
| Основная литература | <p>1. Электроника и схемотехника 2-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для СПО Миленина С. А. ; Под ред. Миленина Н.К. Подробнее Научная школа: МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва). ПООП СПО: 11.01.05 Монтажник связи Год: 2019 / Гриф УМО СПО https://biblio-online.ru/book/elektronika-i-shemotehnika-438024 Год: 2019</p> <p>2. Есина А.П. Модернизация аппаратного обеспечения персональных компьютеров, серверов, периферийных устройств и оборудования (1-е изд.) учебник «Академия»2016г.</p> <p>3. Федорова Г.Н. Разработка программных модулей программного обеспечения для компьютерных систем (2-е изд., стер.) учебник «Академия»2017г.</p> |
| Тема № 19-20 | Лабораторная работа на тему: Изучение свойств и возможных применений операционных усилителей |
| Задание | <p>Краткие теоретические сведения. Операционный усилитель (ОУ) – усилитель постоянного тока, предназначенный для выполнения таких операций аналоговой техники, как усиление, интегрирование, дифференцирование, суммирование, сравнение сигналов. Интегральное исполнение превратило ОУ из элементов аналоговой вычислительной техники в универсальные элементы промышленной электроники. Независимо от схемотехнического исполнения ОУ имеют общие свойства, позволяющие осуществлять простой инженерный расчёт схем с их использованием.</p> <p>ОУ имеет (рис. 1) не менее 5 обязательных выводов: инвертирующий и неинвертирующий входы, выход и два вывода, предназначенные для подключения положительного и отрицательного источников питания. ОУ может иметь и другие выводы: для подключения схемы внешней частотной коррекции, балансировки и т.д.</p> |



Рис. 1

Все входные и выходные сигналы, а также напряжение источников питания подаются и снимаются относительно общей шины, называемой “земля”.

Реальный ОУ должен обладать следующими показателями:
 высоким коэффициентом усиления по напряжению, в том числе и по постоянному;
 малым напряжением смещения нуля;
 малыми входными токами;
 высоким входным и низким выходным сопротивлением;
 высоким коэффициентом ослабления синфазной составляющей (КОСС);
 наклоном амплитудно-частотной характеристики в области высоких частот – 20дБ/дек (для достижения устойчивости работы усилителя на высоких частотах)

| Показатель | Идеальный ОУ | Реальный ОУ |
|------------------------|--------------|-------------------------------|
| Коэффициент усиления | ∞ | $5 \times 10^3 \dots 10^7$ |
| Входное сопротивление | ∞ | $5 \times 10^3 \dots 10^9$ Ом |
| Выходной ток | ∞ | 5 мкА...1мА |
| Выходное сопротивление | | 200...500 Ом |
| Полоса пропускания | | 1...50 МГц |

Блок-схема ОУ приведена на рис. 2.



Рис. 2

Внутренняя структура операционного усилителя представлена на рис. 3. Схема состоит из дифференциального каскада, реализованного на транзисторах VT1 и VT2. Дифференциальный каскад имеет два симметричных выхода $U_{\text{вых1}}$ и $U_{\text{вых2}}$. Выходы дифференциального каскада соединены со входами усилителя напряжения на транзисторах VT3 и VT4. Главное различие между этими каскадами – наличие у усилителя напряжения несимметричного выхода. Значение коэффициента усиления дифференциального каскада: $K_d = dU_{\text{вых}}/dU_{\text{вх}}$. Несимметричный выход ведёт себя по разному по отношению ко входу.

В этом случае $U_{\text{вх1}}$ будем называть неинвертирующим входом, а $U_{\text{вх2}}$ – инвертирующим.

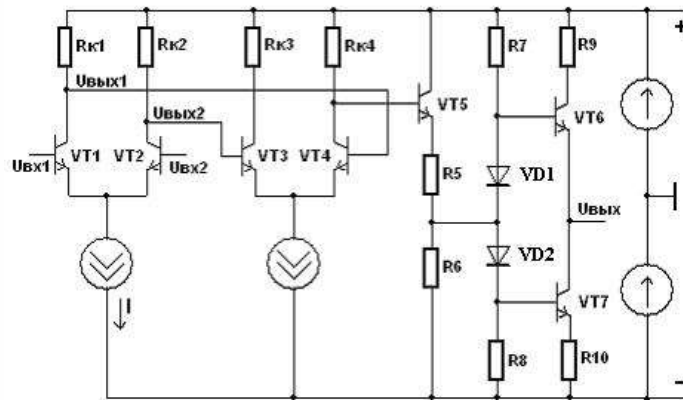


Рис.3

В схеме ОУ отсутствуют конденсаторы. Наличие непосредственно гальванических связей в схеме приводит к тому, что на выходе схемы накапливается постоянное напряжение ещё до подачи полезных входных сигналов. Для ликвидации этого напряжения в схеме используется эмиттерный повторитель на транзисторе VT5, в эмиттере цепи которого содержится делитель напряжения на резисторах R_5 и R_6 .

Номиналы сопротивлений R_5 и R_6 подбираются таким образом, чтобы в точке выхода делителя присутствовал нулевой потенциал при отсутствии входных сигналов. Данная схема называется схемой сдвига уровня напряжения, ее коэффициент усиления равен 1. Сигнал от выхода делителя поступает на вход усилителя мощности, реализованного на транзисторах VT6 и VT7. Работает этот усилитель в режиме усиления класса АВ.

При подаче напряжения питания через диоды VD1 и VD2 течёт ток, поэтому падение напряжения на этих диодах (0,7В) поступает на базы VT6 и VT7, которые ещё до подачи полезного сигнала на входы усилителя находятся в открытом состоянии. Таким образом, эта схема обеспечивает наименьшие линейные и нелинейные искажения.

Изменение температуры окружающей среды крайне слабо влияет на работу ОУ, поскольку температура одинаково влияет на увеличение I_K VT1 и VT2, поэтому увеличение температуры ОУ является синфазным сигналом, который подавляется с коэффициентом подавления, равным 100000...120000.

ОУ должен быть усилителем постоянного тока с высоким коэффициентом усиления напряжения и, следовательно, содержать несколько каскадов усиления напряжения. Однако с ростом числа каскадов усиления напряжения увеличивается опасность нарушения устойчивости ОУ с обратными связями и усложняются цепи коррекции. Даже усилители с тремя каскадами усиления напряжения имеют сложные схемы включения, и разработчики стараются их не применять. Это вызывает необходимость использования усилительных каскадов с очень высоким коэффициентом усиления напряжения. Большие трудности при проектировании усилителей постоянного тока связаны

также со смещением нуля ОУ.

Смещение нуля ОУ проявляется в том, что при входном дифференциальном напряжении, равном нулю, выходное напряжение не равно нулю. Обычно определяют смещение нуля на входе, как такое дифференциальное напряжение, которое нужно приложить ко входу усилителя, чтобы его выходное напряжение было бы равно нулю. Смещение нуля, по сути, является аддитивной погрешностью выполнения математических действий ОУ над входными сигналами. Смещение нуля может иметь существенные температурный и временной дрейфы. ОУ на дискретных транзисторах не обеспечивают требуемое смещение нуля, что связано с неидентичностью транзисторов. Только применение и усовершенствование интегральной технологии, позволившей изготавливать парные транзисторы дифференциального каскада в едином производственном цикле и на расстоянии несколько микрометров друг от друга, привело к существенному уменьшению смещения нуля и дрейфов.

Некоторые параметры ОУ могут быть улучшены путем использования разных схем включения.

1. Инвертирующий усилитель (рис 4).

Очевидно, что напряжение, измеряемое непосредственно на входе усилителя, , при $K_U \rightarrow \infty$ $U_{вх} \rightarrow 0$.

Это напряжение составляет микровольты или милливольты. Таким образом, с достаточной точностью можно полагать, что потенциал суммирующей точки равен потенциалу земли. Ток, протекающий со стороны входа

$I_1 = I_{вх} + I_{о.с}$, поскольку $I_{вх} \rightarrow 0$, то $I_1 \approx I_{о.с}$ ($I_{о.с}$ – ток в цепи обратной связи);

$$I_1 = \frac{U_{вх}}{R_1} ; \quad U_{ввх} = -I_{о.с} R_{о.с} = -I_1 R_{о.с} = -U_{вх} \frac{R_{о.с}}{R_1} .$$

$$K_U = \frac{U_{ввх}}{U_{вх}} = -\frac{R_{о.с}}{R_1} .$$

Коэффициент усиления усилителя

Знак «минус» отражает инвертирующий характер усилителя.

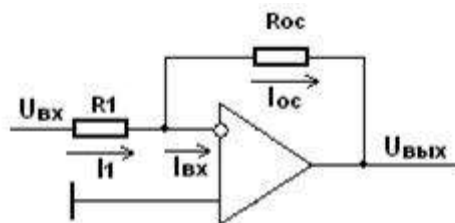


Рис.4

2. Неинвертирующий усилитель (рис.5).

Аналогично предыдущему расчету

$$I_1 = \frac{U_{вх}}{R_1} = \frac{U_{ввх}}{R_1 + R_{о.с}} \Rightarrow K_U = \frac{U_{ввх}}{U_{вх}} = \frac{R_1 + R_{о.с}}{R_1} = 1 + \frac{R_{о.с}}{R_1}$$

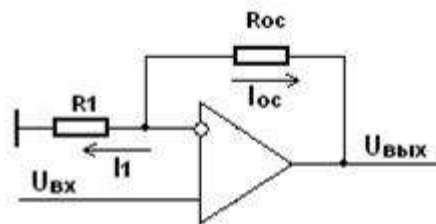


Рис.5

Контрольный
тест

Ответьте на вопросы:

Контрольные вопросы

1. Что такое операционный усилитель (ОУ)?
2. Назовите свойства реального ОУ.
3. Что включает в себя внутренняя структура ОУ?
4. Объясните назначение эмиттерного повторителя.
5. Как влияет изменение температуры окружающей среды на работу ОУ?
6. Объясните термин «смещение нуля» ОУ.
7. Что такое синфазный сигнал?
8. Чему равен коэффициент усиления инвертирующего усилителя, неинвертирующего усилителя?
9. Перечислите основные схемы включения ОУ.
10. Каковы частотные свойства ОУ?
11. Как определить коэффициент петлевого усиления?
12. Зависят ли входное и выходное сопротивления схемы от способа включения ОУ?

Дата _____ 13.11.2021 _____

Подпись

Ф.И.О. преподавателя