



УДК 621.317

РАЗРАБОТКА УСИЛИТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

E.H. Чернышова chernyshova.elena2016@yandex.ru, E.C. Гульматова

katerina.gulmatova@yandex.ru, Блажков М.Р.

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск

В данной статье представлена разработка усилителя переменного напряжения, его функциональная и принципиальная схемы. Усилители переменного напряжения являются распространенным типом в наше время. Они используются для усиления только переменной составляющей сигнала. Чаще всего УПН используются с учетом некоторых требований: минимальные потери усиления, минимальные вносимые искажения, достаточная электрическая прочность. Усилитель переменного напряжения состоит из двух блоков: инвертирующий усилитель и транзисторный каскад. Для каждого из блоков описан принцип действия, согласно принципиальной схеме

Ключевые слова: усилитель переменного напряжения, инвертирующий усилитель, транзисторный каскад

DEVELOPMENT OF AN AC VOLTAGE AMPLIFIER

E.N. Chernyshova, E.S. Gulmatova, Blazhkov M.R.

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

This article presents the development of an AC voltage amplifier, its functional and schematic diagrams. AC power amplifiers are a common type nowadays. They are used to amplify only the variable component of the signal. Most often, UPN is used with certain requirements: minimal gain loss, minimal distortion, and sufficient electrical strength. The AC power amplifier consists of two blocks: an inverting amplifier and a transistor stage. For each of the blocks, the operating principle is described, according to the schematic diagram

Keywords: AC voltage amplifier, inverting amplifier, transistor stage

В настоящее время существует потребность калибровки высокочувствительных датчиков магнитного поля. Такие датчики используются, например, при построении навигаторов, электронных компасов, а также в устройствах определения параметров магнитного поля Земли, в том числе в устройствах для прогнозирования магнитных бурь. Катушки Гельмгольца используются для получения постоянного, переменного или импульсного магнитного поля с зоной однородности, которое обычно используется в экспериментах, а также для калибровки датчиков магнитной индукции, намагничивания и размагничивания постоянных магнитов, размагничивания стальных заготовок, деталей и инструментов [1].

Структурная схема устройства представлена на рисунке 1:

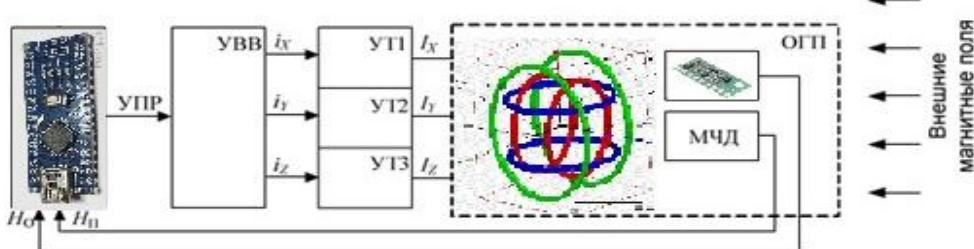


Рис. 1 – Структурная схема устройства

Для работы данного устройства необходимо разработать усилитель переменного напряжения по току, в схеме обозначен как УТ1, УТ2, УТ3.



Усилители переменного напряжения являются наиболее распространенным типом электронных усилителей на дискретных элементах. Именно поэтому, связь усилителя с источником входных сигналов и нагрузкой, а также между отдельными каскадами, если усилитель многокаскадный, в большинстве случаев осуществляется с помощью разделительных RC-цепей. При такой связи усиливается и передается в нагрузку только переменная составляющая сигнала. Общими требованиями, предъявляемыми к цепям межкаскадных связей, являются минимальные потери усиления, минимальные вносимые искажения, а также достаточная электрическая прочность.

Одним из видов усилителей переменного напряжения является усилитель низкой частоты (УНЧ), который усиливает электрические колебания в диапазоне частот от единиц герц до десятков килогерц.

УНЧ применяются в радиоприемных и радиотрансляционных устройствах, системах автоматического регулирования и телеметрии [2].

Фильтр верхних частот (ФВЧ) – электронный или любой другой фильтр, пропускающий высокие частоты входного сигнала, при этом подавляя частоты сигнала ниже частоты среза.

Важнейшее применение фильтра верхних частот – устранение постоянной составляющей сигнала, для чего частоту среза выбирают достаточно низкой [3].

Для разработки усилителя переменного напряжения необходимо учесть вид связи между каскадами, для того чтобы передать на нагрузку только переменную составляющую сигнала.

В усилителях переменного напряжения на интегральных микросхемах используются разделительные конденсаторы, для того чтобы исключить постоянную составляющую.

Обратная связь (ОС) широко используется в технике. Обратной связью называют влияние некоторой выходной величины на некоторую входную, которая в свою очередь существенным образом влияет на выходную величину.

Усилитель состоит из двух блоков: в качестве входного каскада выбран инвертирующий усилитель, в качестве оконечного каскада выбран транзисторный каскад.

На рисунке 2 изображена функциональная схема разрабатываемого устройства.

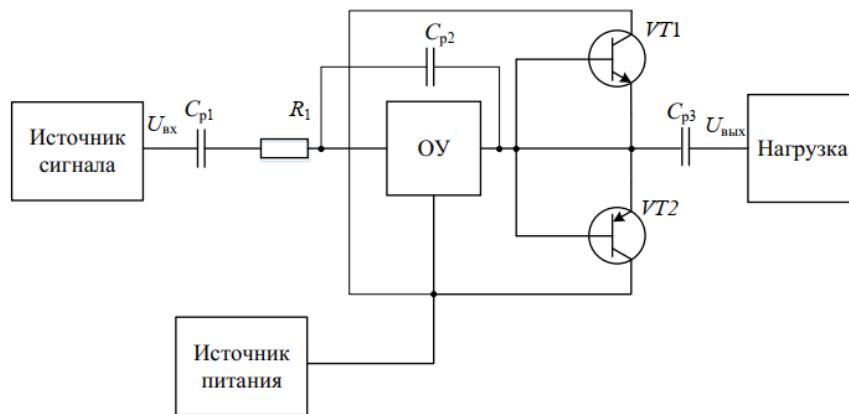


Рис. 2 – Функциональная схема усилителя переменного напряжения



Фильтр верхних частот (RC -цепь) пропускает высокие частоты входного сигнала, подавляя частоты, ниже частоты среза. Входной сигнал подается на инвертирующий усилитель (ОУ), усилитель с помощью обратной связи формирует выходное напряжение в противофазе входному. Далее сигнал поступает на усилитель напряжения на транзисторах ($VT1$, $VT2$). Затем сигнал проходит через выходной разделительный конденсатор, для подавления постоянной составляющей в нагрузке. В результате определяется значение выходного напряжения.

На рисунке 3 приведена принципиальная схема разрабатываемого устройства.

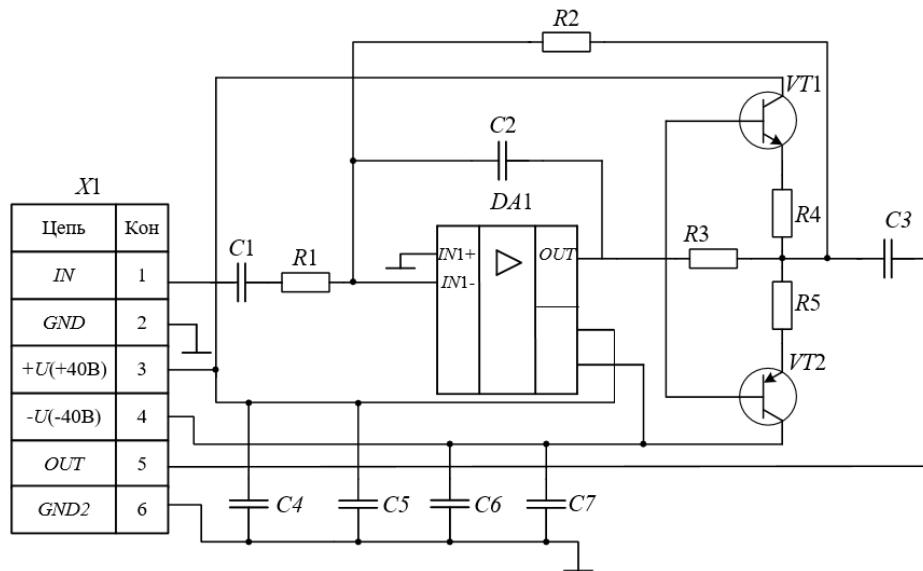


Рис. 3 – Принципиальная схема усилителя переменного напряжения

Сигнал поступает с 1 контакта разъема $X1$ на первый блок (ФВЧ) т.е входное напряжение поступает на RC -цепь. Эта цепь подавляет частоты, ниже частоты среза, что приводит и к подавлению постоянной составляющей сигнала. Поэтому на выходе ФВЧ постоянный сигнал отсутствует.

Инвертирующий усилитель ($DA1$) - сигнал на инвертирующий вывод операционного усилителя поступает по средствам резистора R_1 , в то время как его не инвертирующий вывод заземлён. Обратная связь необходима для того, чтобы стабилизировать схему. Это обеспечивается через обратную связь резистора R_2 . Следует отметить, что обратная связь охватывает оба каскада, благодаря чему в схеме присутствуют лишь малые линейные искажения.

Конденсатор C_2 , включенный параллельно, измеряет частоту среза. Резистор R_3 , подключенный к выходу ОУ, позволяет ослабить переходные искажения. За счет него увеличивается скорость нарастания выходного напряжения.

Двухтактный транзисторный каскад - при положительных входных сигналах транзистор $VT1$ работает как эмиттерный повторитель, а транзистор $VT2$ заперт. При отрицательных входных напряжениях - наоборот. Таким образом, транзисторы работают попарно, каждый в течение одного полупериода входного напряжения. Выходное напряжение на нагрузке может практически достигать $U_{\text{пит}}$, поскольку транзисторы не ограничивают выходной ток. Для этого в схеме используются резисторы R_4 и R_5 , которые предотвращают быстрое возрастание тока. Конденсатор C_3 исключает постоянную составляющую сигнала, в результате чего с нагрузки выходной сигнал поступает на 5 контакт разъема $X1$.



На схеме: сглаживающие конденсаторы C_4 и C_6 – электролитические, C_5 и C_7 – керамические.

Таким образом, разработка усилителя переменного напряжения позволит получить выходной сигнал, превышающий входной в несколько раз, а также обеспечит получение большого коэффициента усиления при сравнительно высоком входном сопротивлении.

Работы выполнены с использованием оборудования ЦКП «Диагностика и энергоэффективное электрооборудование» ЮРГПУ(НПИ).

Список цитируемой литературы

1. Чернышова Е.Н., Блажко И.О., Заитов С.И. Проектирование информационной системы оценки магнитных бурь // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России», 2019. – №1 – 59 с
2. Агаханян Т. М. Интегральные микросхемы. – М: Энергоатомиздат, 1983. – 464 с.
3. Гутников В.С. Фильтрация измерительных сигналов. – Л.: Энергоатомиздат, 1990 – 192 с.

© Е.Н. Чернышова, Е.С. Гульматова, М.Р. Блажков, 2020