

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра радиотехники и электродинамики
наименование кафедры

**Усилитель низких частот на базе микросхемы TDA 2030 с двухполярным
питанием**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 4032 группы

направления 03.03.03 «Радиофизика»

код и наименование направления

института физики

наименование факультета

Торчилкина Ратмира Тимофеевича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н., доцент
должность, уч. степень, уч. звание

—

дата, подпись

Слепченков М.М.
инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:

д.ф.-м.н., профессор
должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

О.Е. Глухова
инициалы, фамилия

Саратов 2021 г.

Введение

Раздел «Электронные усилители» является одним из базовых разделов курсов радиотехнического цикла дисциплин учебного плана бакалавров по направлению «Радиофизика». Одним из широко востребованных типов усилителей являются усилители низких частот, которые предназначены для усиления сигналов, при помощи которых передается информация с использованием звука [1]. Они могут использоваться для усиления звукового сигнала в различных областях:

- бытовой технике (телевизоры, аудиоцентры, радио);
- измерительных устройствах;
- устройствах связи и ретрансляции информации при помощи звука;
- вычислительной технике;
- устройствах дефектоскопии (устройство для обнаружения дефектов материалов) и прочих приборах.

Большое разнообразие существующих схем усилителей низких частот, выполненные с использованием различных радиоэлектронных компонентов требует тщательной предварительной оценки возможностей той или иной схемы с позиции эффективности ее применения в более сложных радиотехнических устройствах, в частности, в звуковых генераторах. Целью данной работы являлось теоретическое и экспериментальное исследование работы усилителя низких частот на базе микросхемы TDA 2030 с позиции перспектив дальнейшего использования в схемах генератора звуковых частот.

Работа состоит из трех глав. В первой изложены принципы работы электронных усилителей, описаны их основные параметры, а также представлены некоторые схемотехнические разновидности усилителей низких частот. Во второй главе описаны технических параметры и приведены схемы подключения микросхемы TDA2030, на базе которой будет построена схема усилителя низких частот. В третьей главе приведены результаты схемотехнического моделирования и проектирования усилителя низких частот на базе микросхемы TDA2030 с двухполярным источником питания.

Основное содержание работы

Первым этапом проводимого исследования стал этап предварительного моделирования и расчета схемы УНЧ на базе TDA2030 с двухполярным питанием с помощью программного пакета LTSpice[2]. На рис. 1 показана принципиальная схема усилителя, собранная в программе LTSpice. Можно отметить наличие цепи обратной связи, обеспечивающей стабильность работы усилителя и уменьшение нелинейных искажений [3], а также наличие на выходе RC-фильтра для подавления посторонних шумов.

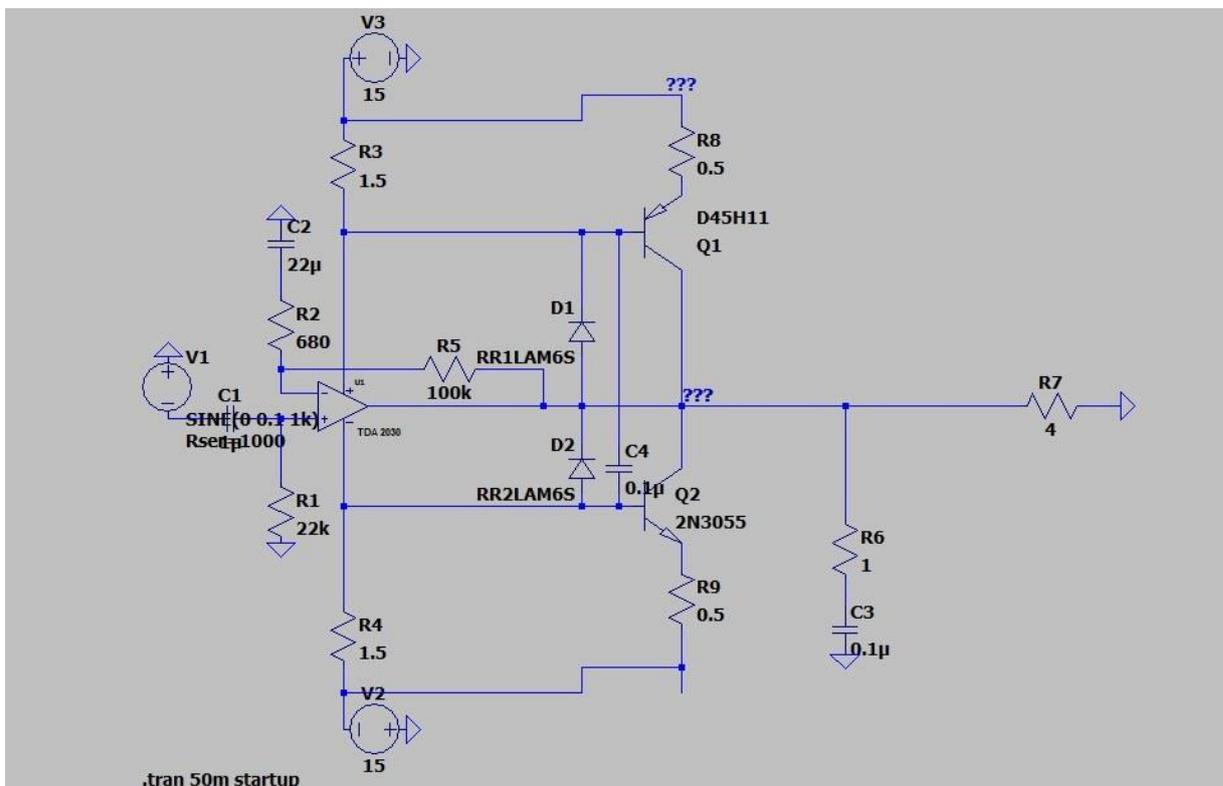


Рис. 1. Принципиальная схема УНЧ на базе микросхемы TDA2030.

На рис. 2 представлена осциллограмма выходного сигнала схемы, на вход которой было подано синусоидальное напряжение с амплитудой 0.1 В. Как видно из рисунка, выходной сигнал имеет амплитуду напряжения 1.2 В. Выходная мощность собранной схемы составила 1.1 Вт, выходной ток $I=0.98A$. График изменения синусоидальной выходной мощности УНЧ показан на рис. 3.

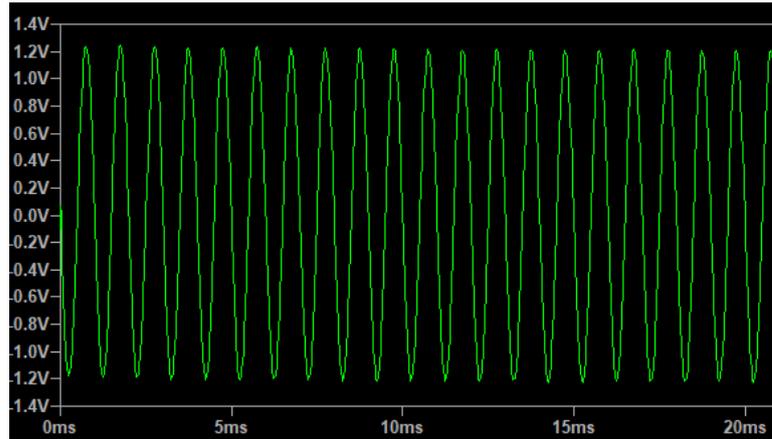


Рис. 2. Осциллограмма выходного сигнала схемы УНЧ, снятая в LTspice.

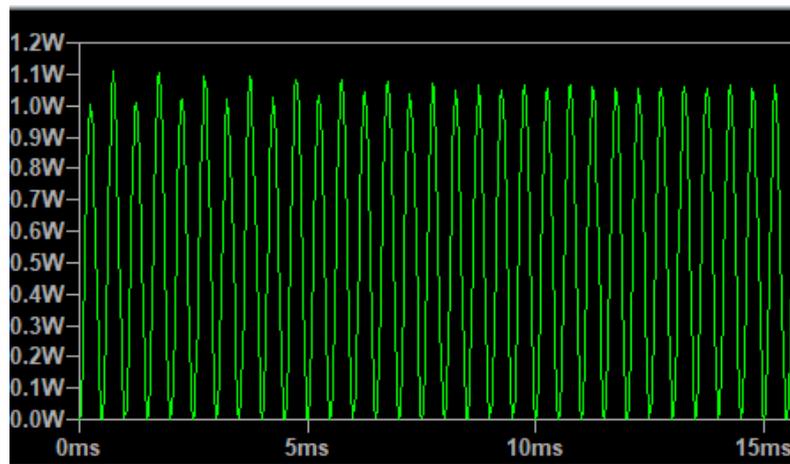


Рис. 3. График выходной мощности УНЧ, снятая в LTspice.

Далее на основе данных моделирования проводились расчеты коэффициента усиления по напряжению:

$$K_U = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} = \frac{1.2}{0.1} = 12. \quad (1)$$

и коэффициента усиления по мощности:

$$K_I = \frac{P_{\text{ВЫХ}}}{P_{\text{ВХ}}} = \frac{I_{\text{ВЫХ}} U_{\text{ВЫХ}}}{I_{\text{ВХ}} U_{\text{ВХ}}} = \frac{0.98 \cdot 1.2}{0.98 \cdot 0.1} = \frac{20}{33} = 11.76. \quad (2)$$

Рассчитанные значения коэффициентов усиления позволяет говорить о том, что выбранная для изучения схема выполняет функцию усиления сигнала исправно.

Далее осуществлялся этап проектирования печатной платы усилителя. Для этого использовались пакеты программ DIPTrace [4] и Sprint Layout [5].

При выборе размера дорожек и размеров отверстий на плате требовалось сверить тип корпусов радиоэлектронных компонентов схемы. Было установлено, что минимальная ширина дорожек должна составлять от 1 миллиметра и более. Для сборки схемы потребовалось 15 компонентов: 2 резистора на 1.5 Ома; биполярный транзистор BD912p-n-p типа, биполярный транзистор BD911 n-p-типа, конденсатор емкостью 1 μF ; конденсатор емкостью 22 μF ; 2 конденсатора емкостью 0,1 μF каждый; резистор на 680 Ом; резистор на 100кОм; резистор на 1 Ом; микросхема TDA 2030.

На рис. 4 показан вид принципиальной схемы УНЧ, построенной в пакете DIPTrace с учетом всех размеров корпусов и размера ножек транзисторов и микросхемы.

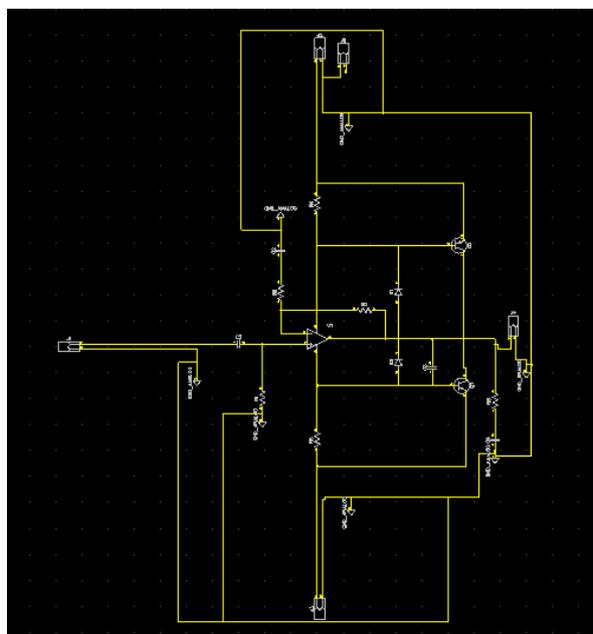


Рис.4. Принципиальная схема, построенная в пакете DipTrace.

Был создан макет печатной платы в программе Sprint Layout с соблюдением упомянутых выше требований по размеру отверстий и дорожек. Полученный результат демонстрируется на рис. 5. После создания топологии печатной платы в программе «Sprint Layout» было необходимо определить места фрезерования стеклотекстолита ЧПУ станком. На рис. 6 показан этап выбора координат для ЧПУ станка.

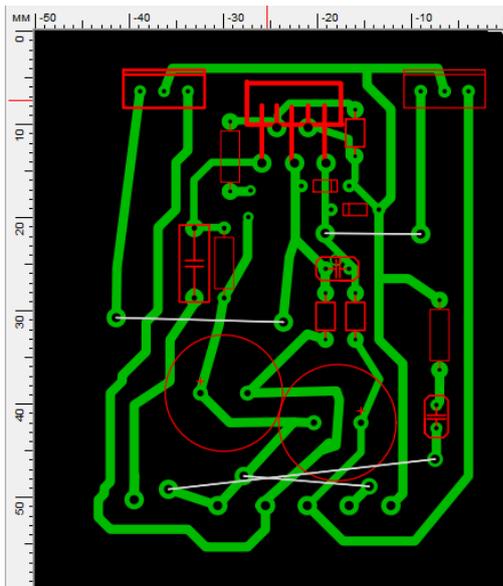


Рис. 5. Макет печатной платы.

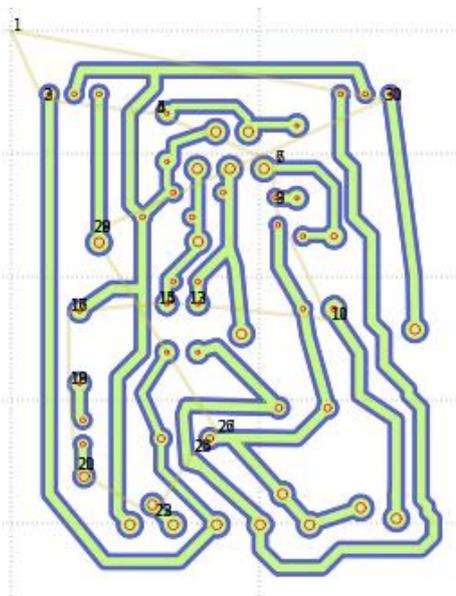


Рис. 6. Координаты для ЧПУ станка.

Далее осуществлялось преобразование топологии печатной платы и данных по размеру отверстий для компонентов схемы с использованием приложения Flatcam8.5 [6]. После вышеперечисленных действий выполнялась пайка компонентов схемы в соответствии с макетом платы. На рис. 7 и 8 показан вид сверху и снизу на готовую плату УНЧ.

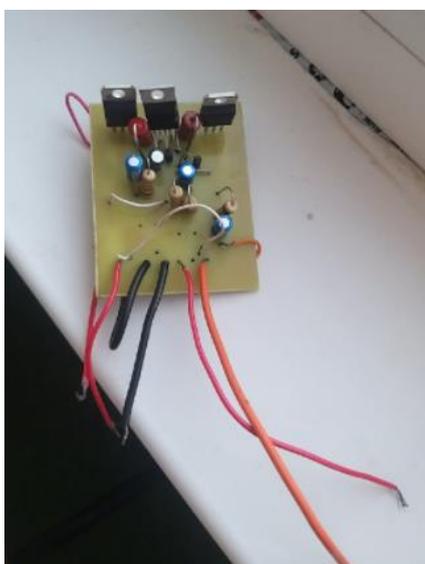


Рис. 7. Вид печатной платы сверху.

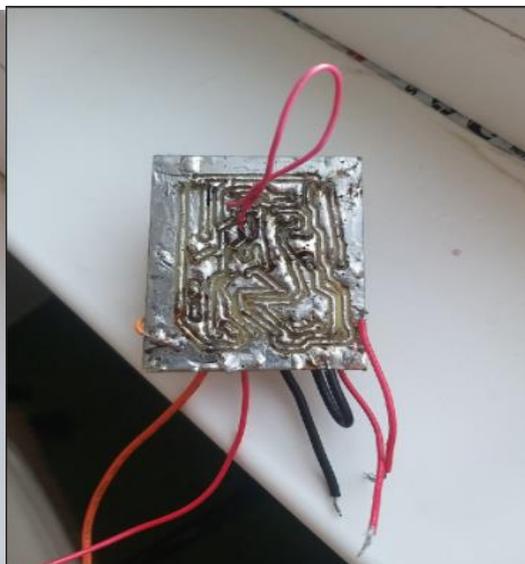


Рис. 8. Вид печатной платы снизу.

Далее проводилась экспериментальная проверка работы собранной схемы. Сначала было проведено испытание работы схемы в режиме холостого

хода (без нагрузки), для того чтобы убедиться, что между дорожками и элементами схемы нет паразитных связей, искажающих форму входного сигнала. На вход усилителя подавалось напряжение с амплитудой $U=0.1$ В и частотой сигнала 1кГц. Напряжение питания TDA2030 устанавливалось на уровне ± 8 В. Тестирование работы схемы проводилось путем сравнения формы входного и выходного сигналов схемы с целью выяснения, будут ли наблюдаться искажения сигнала на выходе. На вход схемы подавались сигналы синусоидальной формы, прямоугольной, треугольной, импульсной. На рис. 9 - 12 показаны осциллограммы снятых выходных сигналов при подаче на вход схемы сигналов различной формы. Из представленных осциллограмм видно, что выходной сигнал повторяет форму входного, а незначительные пульсации обусловлены разрешением измерительного прибора.

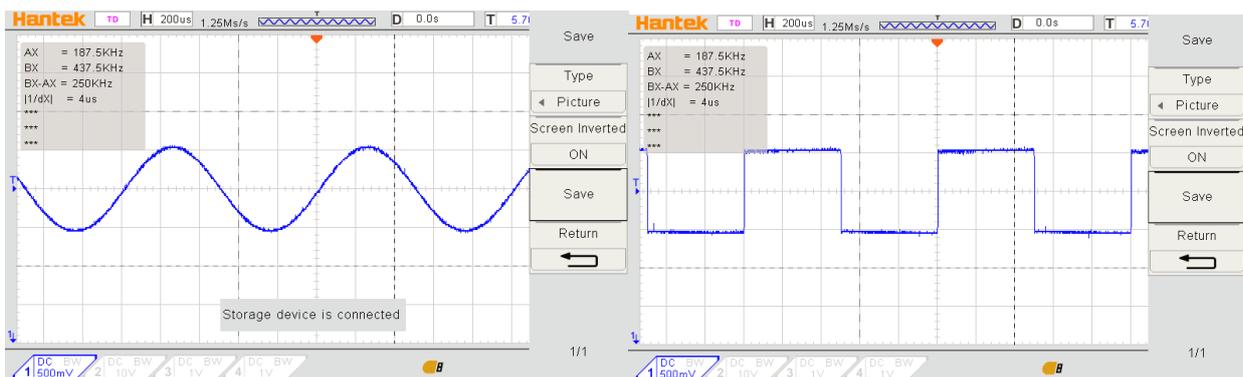


Рис. 9. Синусоидальная форма сигнала. Рис. 10. Прямоугольная форма сигнала.

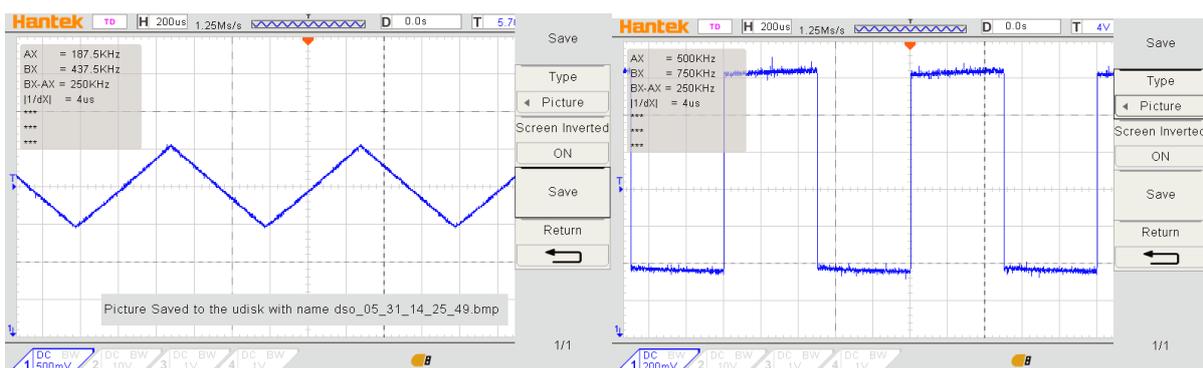


Рис. 11. Треугольная форма сигнала. Рис. 12. Импульсная форма сигнала.

Далее проведем снятие АЧХ сигнала на выходе усилителя, выставив на осциллографе режим преобразования Фурье (FFT). Снятый спектр АЧХ показан на рис. 13. Из рис. видно, что на частоте 845.5 кГц получен сигнал с

амплитудой напряжения 0.1В, тогда коэффициент усиления сигнала в этом случае равен 1. Следовательно, можно заключить, что на частоте свыше 845,5 кГц усилитель будет усиливать сигнал не по напряжению, а по току.

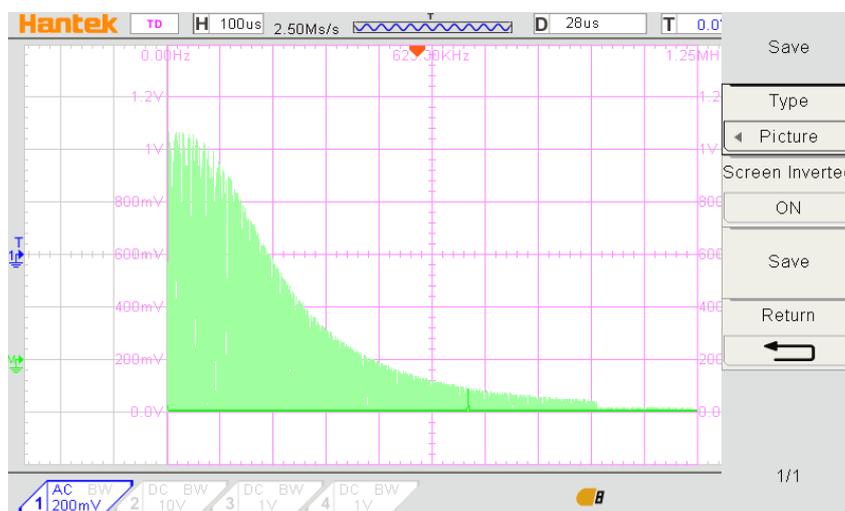


Рис. 13. АЧХ выходного сигнала УНЧ.

Далее рассмотрим работу схемы УНЧ при наличии нагрузки величиной 75,51,36,16,8 и 4 Ом. При подключении нагрузочных резисторов величиной 4 и 8 Ом ток на выходе достигает 2А, а выходная мощность составляет 17 Вт. Рассмотрим, как меняется форма синусоидального выходного сигнала при наличии нагрузки величиной 75, 51, 36 и 16 Ом. Снятые осциллограммы показаны на рис. 14-17. Из представленных осциллограмм видно, что с ростом сопротивления нагрузки синусоидальная формы сигнала сохраняется.

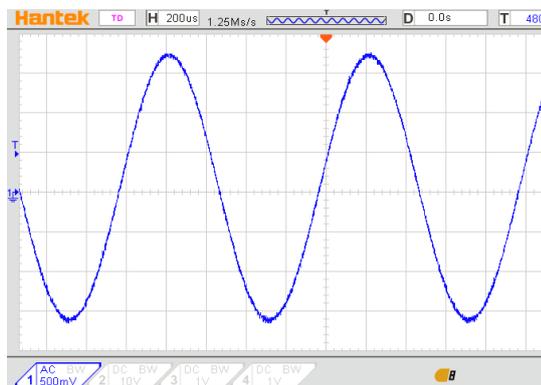


Рис. 14. Сигнал при нагрузке в 75 Ом.

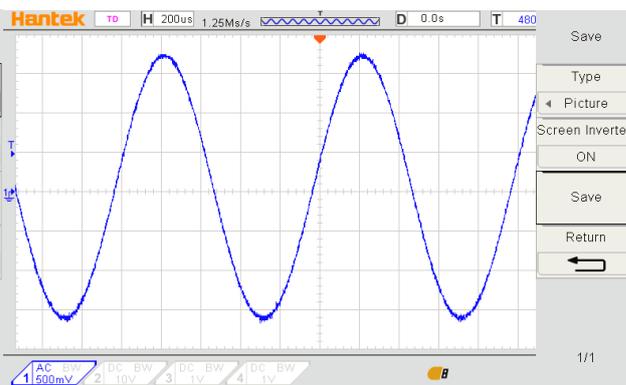


Рис. 15. Сигнал при нагрузке 51 Ом.

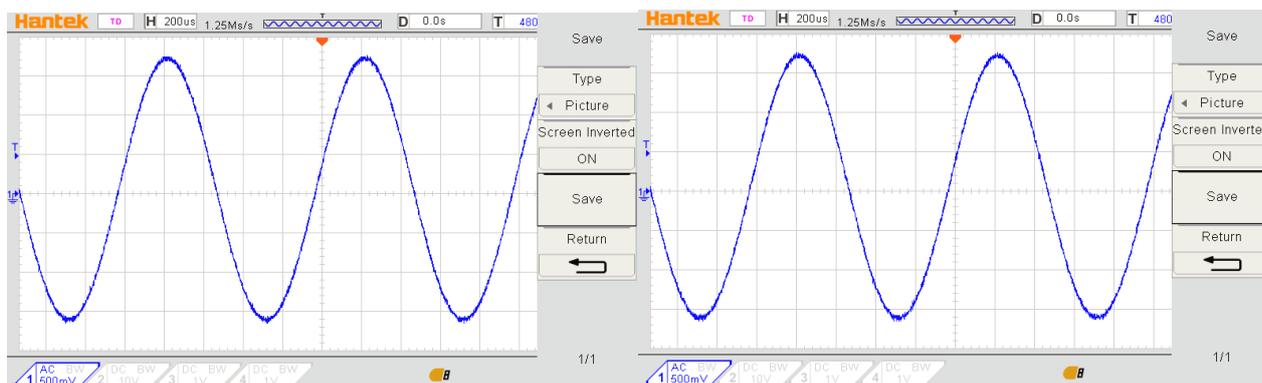


Рис. 16. Сигнал при нагрузке 36 Ом. Рис. 17. Сигнал при нагрузке 16 Ом.

Сведем основные данные, полученные при экспериментальном исследовании УНЧ на базе микросхемы TDA2030 с нагрузкой, в таблицу 1. Рассчитанный на основе полученных экспериментальных данных КПД УНЧ составил 14% при незначительном искажении выходного сигнала.

Таблица 1. Параметры УНЧ при наличии нагрузки.

Нагрузка, Ом	Напряжение питания, В	Сила тока, А	Мощность, Вт
4	+/-8	1	1.5
8	+/-8	0.59	0.885
16	+/-8	0.32	0.48
36	+/-8	0.16	0.24
51	+/-8	0.12	0.18
75	+/-8	0.1	0.15

Заключение

Резюмируем основные результаты, полученные в данной работе:

- Проведено схемотехническое моделирование и проектирование усилителя низких частот на базе микросхемы TDA2030;
- Изготовлена монтажная плата усилителя низких частот с двухполярным питанием;
- Проведено тестирование работы собранной схемы усилителя низких частот с двухполярным питанием.

Показано, что собранная схема усилителя на базе TDA 2030 имеет высокий КПД, малое потребление энергии в режиме покоя и характеризуется малым искажением формы выходного сигнала.

Установлено, что на частоте 845.5 кГц усилитель имеет единичный коэффициент усиления по напряжению, но, в тоже время, в силу мощного выходного каскада усилителя коэффициент усиления по току выше единицы.

Выявлено, что данный усилитель можно применять для согласования высокоомного выхода генератора, с низкоомной нагрузкой, если использовать единичное усиление в цепи отрицательной обратной связи.

Библиографический список

- [1] Схемотехника усилителей мощности низких частот: учеб. пособие / С. А. Завьялов, К. В. Мурасов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010
- [2] Analog Devices URL: <https://www.analog.com/ru/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html#>
- [3] Мелихов С.В., Колесов И.А. Влияние нагружающих обратных связей на уровень выходного сигнала усилительных каскадов // Сб. «Широкополосные усилители». - Томск: Изд-во Том. ун-та, 1975. – Вып. 4.
- [4] Sprint Layout 5 URL: http://сhem.net/software/sprint_layout.php
- [5] DipTrace URL: <https://diptrace.com/rus/>
- [6] FlaCAM 8.5 URL: <http://flatcam.org/>